

**Umstellung der Prozess- und
Verfahrenstechnik im Werk Lage auf ein
3-zelliges Kassettenverfahren
- Entwurfs- und Genehmigungsplanung -**

Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
Werk Lage
Heidensche Straße 70
32791 Lage

Stand: November 2022

Dieser Bericht umfasst 22 Seiten, 9 Anlagen und 2 Anhänge

Büro Essen
Carnaperhof 10
45329 Essen
Fon: 0201 72085-0
Fax: 0201 72085-99
E-mail:
info@ap-ingenieure.de
www.ap-ingenieure.de

Bankverbindung:
Sparkasse Essen
BLZ 360 501 05
Konto 259770
IBAN
DE10 3605 0105 0000 2597 70
BIC SPESDE33EXXX
Postbank Dortmund
BLZ 440 100 46
Konto 713 006 464
IBAN
DE09 4401 0046 0713 0064 64
BIC PBKNDEFF

Verwaltungssitz:
Eiland 3
45134 Essen
HRB Essen 13501
Ust-IdNr. DE200038500
Steuer-Nr:
112/5760/1517

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Detlef Asmus
Dr.-Ing. Marc-J. Prabucki
Dipl.-Ing. Carsten Lesny



Inhalt

	Blatt
1 Veranlassung.....	4
2 Vorhabens- und Standortbeschreibung	5
3 Verwendete Unterlagen	8
4 Grundlagenermittlung/ Vorplanung.....	8
4.1 Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse am Standort	8
4.2 Genehmigungsrechtlicher Status	10
4.3 Datengrundlage/ Bestandsmodelle	10
5 Planungsgrundlagen	11
5.1 Systemaufbau und Abdichtung der Kassetten.....	11
5.2 Betriebliche Hinweise.....	12
5.3 Profilierungsmaßnahmen.....	14
5.4 Aufbau der Dämme	15
5.5 Aufbau der geologischen/ geotechnischen Barriere.....	17
5.6 Asphaltbefestigung der Kassetten.....	18
6 Standsicherheit.....	19
7 Kostenberechnung.....	19
8 Zusammenfassung.....	20
Quellenverzeichnis	22



Abbildung

	Blatt
Abbildung 1: Übersicht zur geplanten Lage der drei Kassetten	6
Abbildung 2: Planrechtliche Ausweisungen und Begrenzungen Kasette I und II.....	7
Abbildung 3: Planungsmodell Erweiterung Teich 3, Stand November 2018	10
Abbildung 4: Aufbau Abdichtung der Kassetten	12

Tabelle

Tabelle 1: Verfüllvolumen und nutzbare Oberflächen der Kassetten.....	5
---	---

Anlage

Anlage	Bezeichnung	Maßstab
GP 1.0	Übersichtsplan Kassettenverfahren	
GP 2.0	Lageplan Kasette I und II	1 : 500
GP 2.1	Lageplan Kasette III	1 : 1000
GP 3.0	Längs- und Querschnitte Kasette I und II	1 : 750
GP 3.1	Längs- und Querschnitte Kasette III	1 : 1000
GP 4.0	Detail Norddamm Kasette II	1 : 20
GP 4.1	Detail Mitteldamm Kasette I und II	1 : 50
GP 4.2	Detail Abschlussdamm Kasette III	1 : 20
GP 4.3	Detail Westdamm Kasette I	1 : 25

Anhang

Anhang	Bezeichnung
1	Nachweis der Standsicherheit
2	Kostenberechnung



1 Veranlassung

Die Pfeifer und Langen GmbH & Co. KG betreibt am Standort Lage ein Werk zur Herstellung von Zucker. Bei der Verarbeitung der Zuckerrüben fällt die sogenannte Rübenwascherde an. Bisher wird diese Rübenwascherde auf eigens dafür hergerichteten Teichflächen aufgelandet. Die Kapazität der vorhandenen Auflandeteiche ist jedoch nahezu erschöpft, so dass Überlegungen zum zukünftigen Verbleib und Umgang mit der anfallenden Rübenerde angestellt wurden.

In einem ersten Behördengespräch am 27.06.2019 wurden verschiedene Möglichkeiten der Optimierung bzw. Umstellung der Prozess- und Verfahrenstechnik im Werk Lage seitens Pfeifer & Langen vorgestellt und mit den beteiligten Fachbehörden diskutiert. Als Vorzugsvariante wurde dabei die Umstellung der Rübenerdenwirtschaft auf ein mehrzelliges Kassettenverfahren dargestellt. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht in der Möglichkeit, die nach einer gewissen Verweilzeit abgetrocknete Rübenerde auf landwirtschaftliche Flächen im Umfeld der Zuckerfabrik aufzubringen. Die entleerte Kasette steht sodann wieder für eine erneute Befüllung mit Rübenwascherde zur Verfügung.

Um die Frage nach der Art der erforderlichen Bauwerke sowie mögliche Standorte für das Kassettenverfahren zu klären, wurde die ASMUS + PRABUCKI · INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (im Folgenden API) im Januar 2021 von Pfeifer & Langen beauftragt, ein entsprechendes Konzept zu entwickeln. Die Ergebnisse dieser Konzeptstudie wurden am 14.09.2021 bei einem Pre-Scoping-Termin den beteiligten Behörden vorgestellt.

Pfeifer & Langen beauftragte im Anschluss an die Studie die API mit Schreiben vom 12.11.2021 mit den Planungsleistungen gemäß HOAI für die Leistungsphase 1 (Grundlagenermittlung) und die Leistungsphase 2 (Vorplanung) zur geplanten Umstellung der bisherigen Prozess- und Verfahrenstechnik im Werk Lage auf ein 3-zelliges Kassettenverfahren. Die Bearbeitung sollte unter Berücksichtigung der Inhalte aus dem zuvor genannten Pre-Scoping-Termin sowie der Ergebnisse einer Videokonferenz zwischen Pfeifer & Langen und API vom 29.10.2021 erfolgen. Im April 2022 wurden durch die API die Ergebnisse der Vorplanung vorgestellt und im Rahmen eines Scoping-Termins am 13.06.2022 den beteiligten Behörden und TÖB` s präsentiert.



Mit dem vorliegenden Bericht wird die auf der Vorplanung basierende Entwurfs- und Genehmigungsplanung (Leistungsphasen 3 und 4 der HOAI) für das neue 3-zellige Kassettenverfahren im Werk Lage vorgestellt.

2 Vorhabens- und Standortbeschreibung

Die Umstellung der bisherigen Prozess- und Verfahrenstechnik im Werk Lage auf ein 3-zelliges Kassettenverfahren beinhaltet den Neubau von drei Kassetten (Erdbecken), in denen die anfallende Rübenwascherde eingeleitet werden kann. In den Kassetten erfolgt dann eine Trennung des Waschwassers von der Rübenerde. Nachdem die Erde abgetrocknet ist, kann diese aus den Kassetten aufgenommen, verladen und abtransportiert werden. Eine Verwertung z.B. auf landwirtschaftlichen Flächen wird angestrebt. Zu diesem Zweck müssen die Kassetten an der Sohle befahrbar ausgebaut werden. Nach dem Abtransport der Rübenerde ist dann eine erneute Befüllung der Kassetten wieder möglich.

Aus wirtschaftlichen und betriebstechnischen Gründen sind insgesamt drei Kassetten erforderlich. Gemäß den Vorgaben von Pfeifer und Langen muss für jede Kassette ein Verfüllvolumen von mindestens 60.000 m³ und eine nutzbare Oberfläche von mindestens 20.000 m² sichergestellt sein. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die gemäß aktueller Planung erzielten Verfüllvolumen und nutzbaren Oberflächen der einzelnen Kassetten aufgelistet.

Tabelle 1: Verfüllvolumen und nutzbare Oberflächen der Kassetten

	Verfüllvolumen	nutzbare Oberfläche
Kassette I	64.500 m ³	23.800 m ²
Kassette II	60.000 m ³	20.200 m ²
Kassette III	62.000 m ³	24.200 m ²

Als Standort für die geplanten Becken ist eine Feldfläche westlich der derzeitigen Auflandeteiche vorgesehen (Gemarkung Heiden, Flur 8). Da hier aufgrund der beengten Platzverhältnisse lediglich zwei Kassetten errichtet werden können, soll die dritte Kassette im südlichen Teil des bestehenden Auflandeteiches 3 errichtet werden (siehe nachfolgende Abbildung 1 sowie Anlage **GP 1.0**). Für die geplanten Maßnahmen wird insgesamt eine Fläche von ca. 9,3 ha, inklusive der vorgesehenen Zufahrten, Umfahrungen, Halteflächen, etc. in Anspruch genommen.



Die Lagepläne der Kassetten I, II und III können jeweils den Anhängen **GP 2.0** und **GP 2.1** entnommen werden. In den Anlagen **GP 3.0** und **GP 3.1** sind jeweils Längs- und Querschnitte durch die geplanten Kassetten dargestellt.



Abbildung 1: Übersicht zur geplanten Lage der drei Kassetten

Die Fläche westlich der Auflandeteiche wird derzeit als Ackerfläche genutzt. An diese Fläche grenzt in östlicher Richtung das Naturschutzgebiet mit der Bezeichnung *LIP-083 NSG Otternbach* an. Bei der Planung wurden Abstände von mindestens 1 m zum Naturschutzgebiet berücksichtigt. Im Naturschutzgebiet liegen mehrere geschützte Biotope nach § 26 Landschaftsgesetz (LG) vor. Die Ackerfläche ist als Landschaftsschutzgebiet *LSG-3918-0041 Westliches Lipper Bergland, Ravensberger Hügelland und Bielefelder Osning* ausgewiesen. Weitere naturschutzrechtlichen Ausweisungen liegen im unmittelbaren Umfeld nicht vor.

Im Flächennutzungsplan der Stadt Lage ist nordwestlich der zwei geplanten Kassetten eine südwest-nordost verlaufende überörtlich/örtlich geplante Hauptverkehrsstraße eingetragen. Gemäß § 9 Abs. 1 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) sind hier Abstände von mindestens 20 m, gemessen vom äußeren Rand der geplanten Fahrbahn, zum geplanten Bauwerk einzuhalten.



Im vorgesehenen Baufeld verläuft derzeit eine Stromtrasse inklusive Strommast. Der Mast muss im Zuge der geplanten Baumaßnahmen rückgebaut werden. Um die Funktionsfähigkeit der Trasse zu gewährleisten, sind die Stromleitungen entsprechend umzulegen. Die genaue Planung zur Umlegung der Stromtrasse ist mit dem Netzbetreiber zu klären.

Im nördlichen Bereich der Ackerfläche befindet sich eine weitere, in West-Ost Richtung verlaufende Oberleitungen der Westfalen Weser Netz. Hier müssen vertikale und horizontale Mindestabstände zu den jeweiligen Leitungsschutzreifen eingehalten werden. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens muss die Westfalen Weser Netz als Träger öffentlicher Belange beteiligt werden. Insbesondere sind durch die Westfalen Weser Netz maximale Abstände und Höhen der Profilierung sowie maximale Arbeitshöhen im Bereich der Stromleitung vorzugeben. Während der Bauausführung sind Bewegungseinschränkungen zu berücksichtigen. Zu Baubeginn muss in jedem Fall eine Unterweisung durch den Netzbetreiber erfolgen. Bei der Planung der Kassetten wurden Abstände von mindestens 10 m zum Strommasten der Trasse eingehalten.

In der nachfolgenden Abbildung 2 ist die Vorhabensfläche (Kassetten 1 und 2), westlich der Auflandeteiche mit den oben genannten planrechtlichen Ausweisungen und erforderlichen Begrenzungen dargestellt.

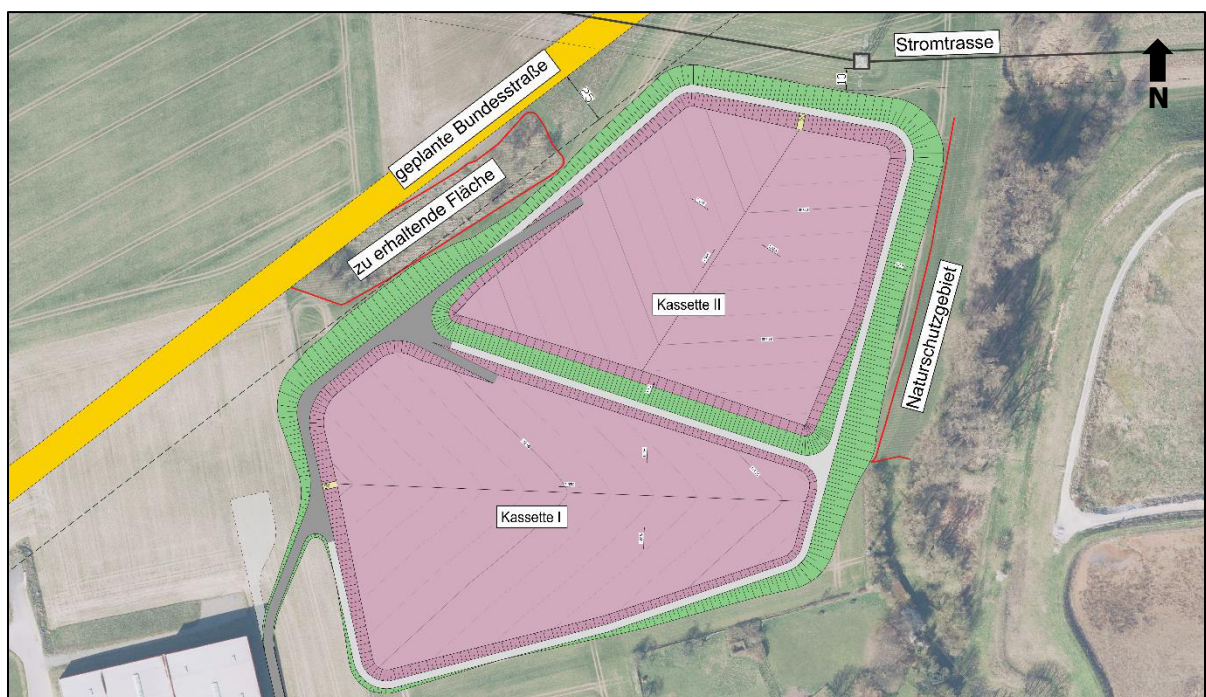


Abbildung 2: Planrechtliche Ausweisungen und Begrenzungen Kassette I und II



3 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung und Planung des Projekts stehen die nachfolgenden, chronologisch geordneten Unterlagen zur Verfügung. Diese wurden im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten sowie die geplanten Maßnahmen ausgewertet und für die weitere Planung berücksichtigt.

- [1] Geo-Infometric GmbH (1998): Hydrogeologischen Gutachten und Standsicherheitsnachweis für den geplanten Auflandeteich 6, Pfeifer & Langen, Werk Lage; vom November 1998
- [2] Erdbaulabor Schemm GmbH (1998): Geplanter Auflandeteich 6 (Sedimentationsbecken) bei der Zuckerfabrik Pfeifer & L. Langen, Werk Lage, Gemarkung Heiden, nordwestlich des Sültehofes; vom 12.11.1998
- [3] Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH (2012): Hydrogeologische Standortuntersuchung für die Erweiterungsfläche des Auflandeteichs 3 in Lage; vom 17.12.2012
- [4] ASMUS+PRABUCKI-INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (2019): Baumaßnahme zur Herstellung des Auflandeteiches Nr. 3 der Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG in Lage; vom 11.01.2019
- [5] Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH (2021): Hydrogeologische Standortuntersuchung für die Erweiterungsfläche westlich des vorhandenen Auflandeteiches in Lage; vom 31.05.2021

4 Grundlagenermittlung/ Vorplanung

4.1 Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse am Standort

Im Zuge der Planung sind die geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse am Standort zu ermitteln, die als Grundlagen für die Errichtung der drei Kassetten dienen. Diese wurden bereits in den o.g. Gutachten [1] [2] [3] und [5] ausführlich untersucht und beschrieben. Im Folgenden wird daher lediglich ein kurzer Abriss der in den Gutachten dargestellten Untersuchungen und Ergebnisse wiedergegeben.

Der Untergrund am Standort ist vor allem geprägt durch quartäre Eiszeitablagerungen in Form von Grundmoränesedimenten (Geschiebelehm, Schluff und Ton, häufig kiesig und sandig, untergeordnet Mergel). Die Mächtigkeit der Ablagerungen variiert zwischen ca. 5 m im Südosten des Untersuchungsgebietes und ca. 14 m im Nordwesten. Generell sind die Sedimente im Untergrund heterogen ausgebildet.



In weiten Bereichen werden die quartären Sedimente durch Lössablagerungen (Schluff, schwach tonig und feinsandig) überdeckt. Unterhalb der quartären Ablagerungen sind Gesteine des Mittleren Keupers (Gipskeuper) anzutreffen. Diese bestehen vorwiegend aus roten Tonmergelsteinen mit lagenweise angeordneten Gipsresiduen. Im oberen Bereich wird der Gipskeuper durch seine Verwitterungsprodukte überlagert.

Laut der Hydrogeologischen Karte von Nordrhein-Westfalen (1:50.000 Blatt L4118 Detmold) bilden die oberflächennahen quartären Ablagerungen eine Deckschicht mit sehr geringer hydraulischer Durchlässigkeit. Der Gipskeuper ist hier als Festgestein mit geringer Trennfugendurchlässigkeit ausgewiesen. Nach den durchgeführten Untersuchungen ist von gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen. Aufgrund der teilweisen Durchlässigkeit des überdeckenden Verwitterungshorizontes, ist eine nach oben gerichtete Grundwasserströmung in die quartären Ablagerungen vorhanden.

Die Grundwasserfließrichtung im Gipskeuper ist am Standort in Richtung Nordost - Nordnordost gerichtet. In den quartären Moränesedimenten ist die Fließrichtung stark von den umliegenden Vorflutern (Siektal im Nordwesten und namenloses Gewässer im Osten) abhängig. Der Hauptvorfluter ist der nordöstlich des Untersuchungsgebietes verlaufende Otternbach. Der Otternbach entwässert in nordwestlich-nördliche Richtung und mündet in die Bega.

Zur Ermittlung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes wurden im Bereich des jetzigen Auflandeteiches 3 sowie im Bereich westlich der Auflandeteiche in der Vergangenheit mehrere Grundwassermessstellen errichtet und ausgewertet.

Zu berücksichtigen war im Rahmen der Planung, dass ein permanent zu gewährleistender Abstand der Oberkante der geologischen Barriere vom höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegel von mindestens 1,0 m zu gewährleisten ist (analog Deponieverordnung, Anhang 1). Bei der Planung wurden die Grundwassergleichen des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes entsprechend berücksichtigt.

Die Abstände zum höchsten zu erwartenden Grundwasserstand sind in den Längs- und Querschnitten der Kassetten I, II und III in den Anlagen **GP 3.0** und **GP 3.1** ersichtlich.



4.2 Genehmigungsrechtlicher Status

Nach Einschätzung der zuständigen Genehmigungsbehörde, der Bezirksregierung Detmold, werden die geplanten Becken als Abwasserbehandlungsanlagen eingestuft. Das Genehmigungsrecht für einen Neubau der Becken bzw. den Umbau des vorhandenen Auflandeteiches 3 wird daher nach dem Abwasseranlagenrecht (vgl. § 60 Abs. 3 WHG; § 57 Abs. 2 LWG NRW; i.V. mit § 2 IZÜV) geführt.

4.3 Datengrundlage/ Bestandsmodelle

Für die Planung der Kassetten I und II wird auf aktuelle Vermessungsdaten aus dem Geoportal des Landes Nordrhein-Westfalen zurückgegriffen. Unter Berücksichtigung der geologischen/hydrogeologischen Verhältnisse vor Ort wurde ein digitales Geländemodell (DGM) erstellt, das die Grundlage für die weiterführende Planung der Kassetten I und II ist.

Für die Planung der Kassette III werden die vorliegenden Daten, die im Zuge der Planung für die Erweiterungsfläche Teich 3 aufgestellt wurden, verwendet. Das digitale Geländemodell beruht dabei auf Vermessungs- und Planungsdaten mit Stand vom November 2018 (siehe Abbildung 3).

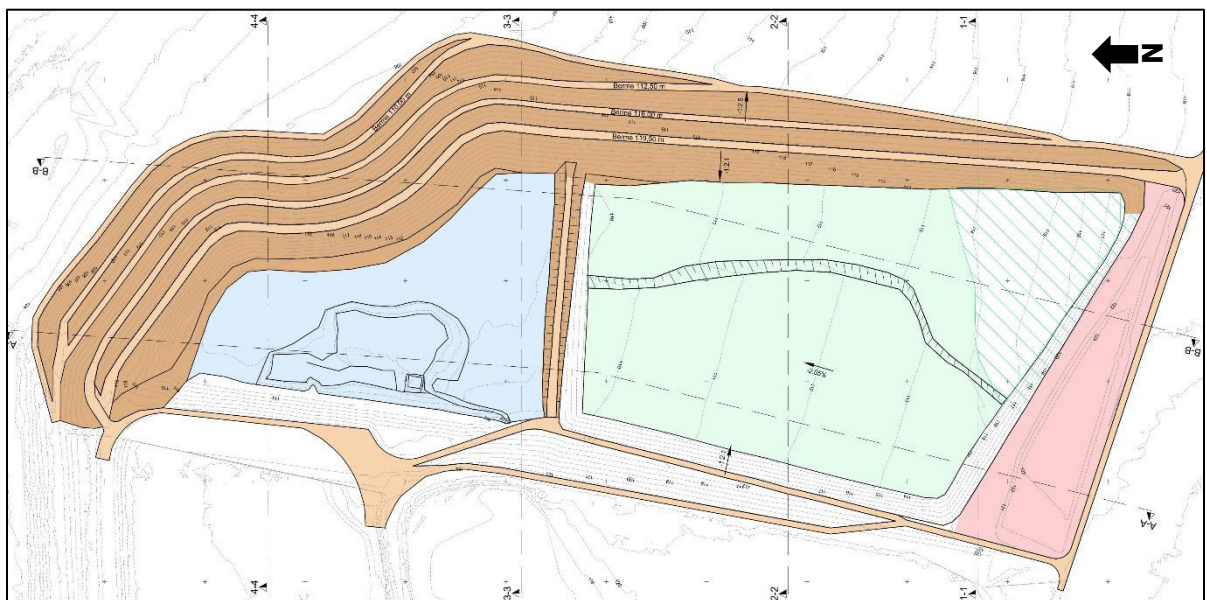


Abbildung 3: Planungsmodell Erweiterung Teich 3, Stand November 2018

Die bestehenden Geometrien des Teiches (Sohlfläche, Böschungsneigungen, etc.) werden weitestgehend bei der Planung der Kassette III berücksichtigt bzw. weitergeführt.



5 Planungsgrundlagen

5.1 Systemaufbau und Abdichtung der Kassetten

Im Zuge der Machbarkeitsstudie und des Pre-Scoping-Termins wurden mehrere Varianten zur Bauweise bzw. Abdichtung der Kassetten vorgestellt und erläutert. Die mit der Behörde abgestimmte Vorzugsvariante besteht aus der Kombination von geologischer/geotechnischer Barriere und Asphaltbefestigung.

Es besteht auch die Möglichkeit, nur die Rampen und Sohlbereiche der Kassetten mit Asphalt zu befestigen, um so eine Befahrung zu ermöglichen. Auf den Böschungen könnte auch eine polymere Abdichtung wie zum Beispiel eine Kunststoffdichtungsbahn (KDB) zum Einsatz kommen. Diese müsste dann entsprechend in den Dämmen verankert werden. Im aktuellen Planungsstand wird zunächst nur die abgestimmte Vorzugsvariante aus geologischer/ geotechnischer Barriere und Asphaltbefestigung betrachtet.

Gemäß den Vorgaben der Bezirksregierung Detmold darf die geologische Barriere unterhalb der Sohle der Kassetten eine Durchlässigkeit von $k \leq 1,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ nicht überschreiten. Die Mächtigkeit der Barriere muss mindestens $d \geq 1,0 \text{ m}$ betragen. Wenn keine ausreichende natürliche geologische Barriere vorliegt, ist diese technisch herzustellen (geotechnische Barriere).

Um eine Befahrbarkeit der Kassetten, z.B. durch Radlader und LKW, zu gewährleisten, wird die Asphaltbefestigung mit einer Stärke von insgesamt 20 cm gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) für eine angenommene Belastungsklasse Bk1,8 angesetzt. Der Oberbau besteht dabei aus einer 16 cm dicken Asphalttragschicht und einer 4 cm dicken Asphaltdeckschicht (siehe Abbildung 4).

Die Asphaltbefestigung wird gemäß derzeitiger Planung einheitlich im Sohlbereich als auch in den Böschungsbereichen der Kassetten hergestellt. Im Sohlbereich wird die Asphaltbefestigung durch die zu erwartende Befahrung von LKW- und Radlader etc. einer höheren Belastung ausgesetzt. Sollte der anstehende Untergrund keine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, können zusätzliche Geogitter und/oder Asphaltbewehrungselemente eingesetzt werden. Dies sollte im Rahmen der Ausführungsplanung nochmals überprüft werden.



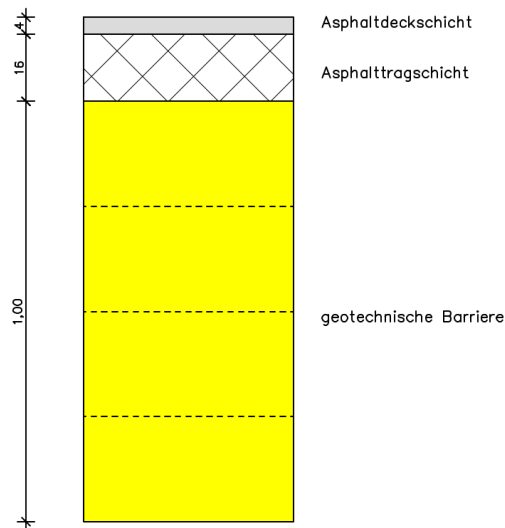


Abbildung 4: Aufbau Abdichtung der Kassetten

Für alle drei Kassetten werden die Sohlbereiche so profiliert, dass ein Gefälle von mindesten 1 % in Längs- und in Querrichtung vorliegt. Damit wird eine ordnungsgemäße Entwässerung zum Tiefpunkt der Kassetten sichergestellt.

Im Tiefpunkt der Kassetten ist eine maximale Einstautiefe der Rübenerde von 4,5 m vorgesehen. Zusätzlich wurde durchgehend ein Freibord von 0,5 m berücksichtigt. In Verbindung mit den geplanten, nutzbaren Oberflächen der Kassetten wird ein fachgerechtes Abtrocknen der aufgelandeten Rübenerde sichergestellt.

5.2 Betriebliche Hinweise

Die Befüllung der Kassetten erfolgt über Rohrleitungen, die aufgrund der Platzverhältnisse in den Innenböschungen der Kassetten fachgerecht verlegt und verankert werden sollen. Der Anschluss der Rohrleitungen an die bestehende Schlammdruckleitung ist im Eingangsbereich der Kassetten vorgesehen.

Die auf der Oberfläche der Kassetten anfallenden Wässer (Überstands- und Niederschlagswasser) werden über Schwimmerpumpen abgepumpt und durch eine Rückführungsleitung abgeleitet. Die Übergabe an die bestehende Leitung ist auch jeweils im Eingangsbereich vorgesehen.



Die Schwimmerpumpen werden im Bereich der Tiefpunkte der Kassetten eingesetzt. Um eventuelle Wartungsarbeiten etc. an den Pumpen durchzuführen bzw. zu ermöglichen sind zunächst offene Schachtbauteile aus Beton vorgesehen, die am Tiefpunkt der Kassetten in die Böschungen integriert werden. Hier können die Pumpen nach oben gezogen werden, ohne die Böschungen zu beschädigen. Alternativ können auch Mönchbauwerke installiert werden, die in den Kassetten eingesetzt werden und über einen Steg von der Dammkrone erreichbar wären.

Für den Betrieb der Kassetten ist eine entsprechende Stromversorgung sicherzustellen. Dafür ist u.a. die Errichtung einer neuen Stromtrasse geplant. In den Lageplänen **GP 1.0**, **GP 2.0** und **GP 2.1** sind die bestehenden (Schlammdruckanleitung und Rückführungsleitung) und geplanten (Stromtrasse) Leitungen eingezeichnet bzw. skizziert.

Die genaue Festlegung bzw. Planung der betrieblichen bzw. infrastrukturellen Einrichtungen wie z.B. Pumpenanlagen, Rohrleitungen zum Einspülen der Rübenwascherde, Anschlüsse an die vorhandenen Leitungen oder Neuverlegung von Leitungen, Stromversorgung mit entsprechenden neuen Stromtrassen, etc. sind nicht Bestandteil der vorliegenden Planung und müssen im Zuge einer technischen / betrieblichen Anlagenplanung durch Pfeifer & Langen festgelegt werden. Auch sicherheitstechnische Einrichtungen wie Absturzsicherungen, Leitplanken u.ä. im Bereich der Rampen und Dammkronen sind noch im Rahmen der Ausführungsplanung festzulegen.

Die Zufahrt zu den geplanten Kassetten I und II wird derzeit ausgehend vom angrenzenden Gewerbegebiet geplant. Der genaue Verlauf der Zufahrt ist noch im Zuge der Ausführungsplanung zu klären. Weiterhin wurde ein Wartebereich mit Wendemöglichkeit für LKW-Verkehr eingeplant. In Abhängigkeit von der Lage der Zufahrt ist auch dieser noch zu einem späteren Zeitpunkt detailliert zu planen.

Für die Kassette III wird die vorhanden Zufahrtstraße zu den Auflandeteichen sowie die vorhandene Infrastruktur genutzt. Zusätzliche Straßen, Haltemöglichkeiten oder befestigte Flächen sind hier vorerst nicht geplant.



5.3 Profilierungsmaßnahmen

Im Bereich der Kassetten I und II:

Im Vorfeld der Profilierungsmaßnahmen ist der anstehende Oberboden im gesamten Baufeld abzutragen und für eine spätere Nutzung fachgerecht zwischenzulagern. Ggf. vorhandener Bewuchs muss vorher vollständig entfernt werden.

Im Zuge der Planung wurde ein Geländemodell erstellt, dass in Bezug auf die derzeitige Geländeoberfläche einen Auf- und Abtrag des anstehenden Bodens zur Errichtung der Kassetten inklusive der Dämme vorsieht.

Nach dem Oberbodenabtrag (ca. 18.500 m³) muss der anstehende Boden in den Abtragsbereichen entsprechend ausgekoffert werden. Insgesamt fallen dabei ca. 63.000 m³ Material an. Diese Massen können anschließend in den Auftragsbereichen wieder eingebaut werden. Voraussetzung zur Nutzung des Materials ist ein entsprechender Eignungsnachweis für den beabsichtigten Verwendungszweck, z.B. im Bereich der Dämme der Kassetten. Für den Auftrag werden ca. 44.500 m³ Material benötigt.

Zwischen Auf- und Abtrag ergibt sich gemäß derzeitiger Planung ein Massenüberschuss von rund 18.500 m³, welcher zunächst auf einem Zwischenlager fachgerecht aufgemietet werden muss.

Im Bereich der Kasette III:

Die Kasette III soll im südlichen Teil des bestehenden Auflandeteiches 3 errichtet werden. Im Vorfeld der Profilierungsmaßnahmen muss die derzeit im Teich 3 aufgelandete Rübenerde vollständig geräumt werden. Bei der Räumung der Rübenerde ist zu beachten, dass die bestehende geologische/ geotechnische Barriere nicht durch die Befahrung und Abtragung beschädigt wird.

Gemäß der derzeitigen Planung werden die bestehenden Sohl- und Böschungsgefälle des Teiches 3 für die Errichtung der Kasette III weitergeführt. Größere Profilierungsmaßnahmen werden daher hier nicht erforderlich. Lediglich die ca. 6.000 m² große Fläche im Süden des Teiches, die derzeit noch zur Aufmietung von Oberboden genutzt wird, muss abgetragen werden. Dabei fallen insgesamt ca. 41.500 m³ Boden an. Das Material kann, unter Voraussetzung seiner Eignung, für den Bau des neuen Abschlussdammes verwendet werden. Dafür werden ca.



10.000 m³ Boden benötigt. Der Überschuss an Bodenmaterial ist zunächst auf einem Zwischenlager fachgerecht aufzumieten.

5.4 Aufbau der Dämme

Beim Aufbau der Dämme sind generell die einschlägigen Normen (DIN 18 300, DIN 16 907) zu beachten. Die Dämme müssen lagenweise mit max. 0,25 m je Lage aufgebaut und fachgerecht verdichtet werden.

Um dauerhaft eine ausreichende Stabilität der Dämme zu gewährleisten, muss auf dem Erdplanum die Tragfähigkeit überprüft werden. Dabei sind Tragfähigkeiten von mindestens $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Ist dies nicht möglich, sind Baugrundverbesserungsmaßnahmen wie z.B. durch den Einsatz von Kalk-Zement-Binder erforderlich.

Die umlaufenden Dämme werden für die Kassetten I und II mit Außenböschungsneigungen von 1 : 2 und Innenböschungsneigungen von 1 : 1,5 Neigung geplant. Der Mitteldamm zwischen beiden Kassetten I und II weist jeweils Böschungsneigungen von 1 : 1,5 auf.

Für die Kasette III werden der östliche und westliche Damm mit Innenböschungen entsprechend der bestehenden Beckengeometrie mit Neigungen von 1 : 2,1 fortgeführt. Die südliche und nördliche Innenböschung wird analog zu den Kassetten I und II mit Neigungen von 1 : 1,5 geplant. Die Außenböschung des Abschlussdammes zum Teich 3 wird mit 1 : 2,1 geplant.

Auf den Außenböschungen der Kassetten I und II sind geeignete Sicherungsmaßnahmen gegen Erosion vorzusehen. Dies kann durch das Aufbringen des zwischengelagerten Oberbodens sowie eine zeitnahe Begrünung durch eine geeignete Rasenansaat gewährleistet werden. Zusätzlich können z.B. auch Erosionsschutzmatten eingesetzt werden. Für den Zwischendamm Kasette I – II sind besondere Erosionsschutzmaßnahmen vorzusehen, da hier steile Neigungsverhältnisse von 1:1,5 vorliegen. Dies kann z.B. durch den Einsatz von Geogittern, das Anbringen von Faschinen o.ä. sichergestellt werden. Die detaillierte Ausgestaltung dazu erfolgt in der Ausführungsplanung.

Für den neu zu errichtenden Außendamm der Kasette III muss die Dammaufstandsfläche nach der Räumung der Rübenerde auf ihre Beschaffenheit und Tragfähigkeit begutachtet werden. Ggf. können hierbei auch weitere geotechnische Untersuchungen erforderlich werden, um den Zustand



der Dammaufstandsfläche bzw. des anstehenden Baugrundes beurteilen zu können. Um dauerhaft eine ausreichende Stabilität des Dammkörpers zu gewährleisten, insbesondere auch im Hinblick auf die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort, ist der Einsatz eines Kalk-Zement-Binders in den untersten Dammlagen (ca. 0,5 m) eingeplant. Die exakte Zugabemenge des Bindemittels ist zu einem späteren Zeitpunkt festzulegen, liegt aber erfahrungsgemäß bei ca. 6 bis 10 Masse-%. Die Tragfähigkeit auf dem so geschaffenen Planum sollte bei $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ liegen. Zur Trennung des aufzubringenden Dammmaterials und des anstehenden Untergrundes ist die Verlegung eines Trennvlieses/ Geogitters geplant.

Die Dammkronen weisen nach der Fertigstellung im Bereich der Wartungswege eine Breite von mindestens 3,50 m inklusive 0,25 m Bankette auf. Im Bereich der Zufahrt und Rampen werden Straßenbreiten von mindestens 4,50 m inklusive 0,25 m Bankette angesetzt.

Die Befestigung der Zuwegungen und Rampen erfolgt mittels Asphaltoberbau gem. RStO für die angesetzte Belastungsklasse BK1,8. Daraus ergibt sich ein Aufbau aus einer 45 cm mächtigen Frostschutzschicht sowie einer 20 cm mächtigen Asphaltbefestigung. Diese wird dabei unterteilt in eine 16 cm Asphalttragschicht und eine 4 cm Asphaltdeckschicht.

Im Bereich der Wirtschaftswege wird der Straßenbau durch eine 60 cm starke Frostschutzschicht 0/45 mm und eine abdeckende 5 cm mächtigen Splittschicht 0/6 mm realisiert. Die Querneigungen der Wege wird mit 2,5 % in Richtung der Kassetten geplant. Anfallendes Niederschlagswasser auf den Wegen wird so in die Kassetten geleitet.

Der Aufbau der Dämme und Kassetten ist in den Detailschnitten **GP 4.0**, **GP 4.1**, **GP 4.2** und **GP 4.3** an verschiedenen Schnitten der Kassetten 1, II und III dargestellt.

Nach Fertigstellung weisen die Dämme im Bereich der Kassetten I eine Höhe von 119,5 mNHN und im Bereich der Kasette II eine Höhe von 113,4 m NHN auf. Die Höhe des Außendamms im Norden beträgt ca. zwischen 4,5 m und 7,0 m. Im Osten liegen die geplanten Böschungshöhen zwischen 5,5 m und maximal 9,0 m. Im Süden gleicht sich die Kasette I größtenteils an die bestehende Geländeoberfläche an. Der westliche Außendamm weist auf seiner ganzen Länge Höhen von ca. 3,0 m bis 8,0 m auf.



5.5 Aufbau der geologischen/ geotechnischen Barriere

Im Bereich der Kassetten I und II:

In den in der Vergangenheit durchgeführten Bodenuntersuchungen auf dem Gelände wurde festgestellt, dass der Untergrund eine starke Heterogenität aufweist und die anstehenden Grundmoränesedimente (vor allem Geschiebelehmablagerungen und Vorschüttsande) mit k_f -Werten von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s nicht die Eigenschaften einer natürlichen geologischen Barriere erfüllen [5].

In Ermangelung einer ausreichenden natürlichen geologischen Barriere wird diese daher im vorliegenden Fall technisch hergestellt. Das zu liefernde Material für die Barriere hat die Zuordnungswerte gemäß DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 4 einzuhalten. Für den Aufbau der geotechnischen Barriere werden insgesamt etwa 45.000 m³ Material erforderlich.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass das Material für die geotechnische Barriere aufgrund der o.g. Annahmen vollständig angeliefert werden muss. Sollte bei den Aushubarbeiten größere Bereiche angetroffen werden, die u.U. die Anforderung an eine geotechnische Barriere erfüllen, sollten diese separiert und bodenmechanisch untersucht werden. Bei festgestellter Eignung können diese Böden dann auch für die Erstellung der geotechnischen Barriere verwendet werden.

Der Einbau der geotechnischen Barriere erfolgt auf dem zuvor hergestellten Planum in vier Lagen zu je 0,25 m. Die genauen Anforderungen an das Material, den Einbau und die Sicherung der Qualität sind in einem noch zu erstellenden Qualitätsmanagementplan festzuhalten.

Im Bereich der Kassette III:

Bei der Errichtung des Teiches 3 wurde festgestellt, dass in weiten Bereichen eine ausreichend mächtige, natürliche geologische Barriere vorliegt [3]. Die hydrogeologischen Voruntersuchungen in [3] zeigen, dass für die anstehenden Geschiebelehme/ -mergel sowie für die anstehenden Lößlehme Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1,0 \times 10^{-9}$ m/s bis $1,0 \times 10^{-11}$ m/s vorliegen. Diese Werte wurden während der Bauausführung der Erweiterung des Auflandeteiches 3 bestätigt [4]. Im Südosten der Erweiterungsfläche wurde aufgrund von anstehenden Vorschüttsande eine geotechnische Barriere errichtet.



Für die Planung der Kasette III wird aufgrund der o.g. Untersuchungsergebnisse davon ausgegangen, dass eine ausreichend mächtige, natürliche geologische Barriere vorliegt. Sollte dies nicht der Fall sein, muss die Barriere nachträglich technisch hergestellt werden. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn die o.g. Vorschüttsande bei den Aushubarbeiten auf dem Planumsniveau angetroffen werden. Weiterhin ist die Barriere in den Bereichen der Südböschung und im Bereich des neuen Abschlussdammes technisch herzustellen. Insgesamt sind dafür ca. 6.000 m³ an geeignetem Material erforderlich.

5.6 Asphaltbefestigung der Kassetten

Die Asphaltbefestigung soll gemäß aktueller Planung im Sohlbereich als auch in den Innenböschungen der Kassetten errichtet werden. Für den Einbau in den steilen Böschungsbereichen sind entsprechend geeignete Fertiger einzusetzen. Der Einbau wird vermutlich in Böschungfalllinie erfolgen, d.h. der Fertiger baut immer eine Bahn von unten nach oben ein. Sobald eine Bahn eingebaut ist, wird die gesamte Einbaugruppe um eine Bahnbreite verschoben. Der Ablauf wiederholt sich, bis die Böschungen vollständig asphaltiert ist.

Auf der Dammkrone führt und sichert eine Seilwinde den Einbaufertiger in der Falllinie. Insbesondere bei den vorliegenden Böschungsneigungen von 1 : 1,5 sind entsprechende Sicherungsvorkehrungen vorzusehen.

Die Mischgutzufuhr erfolgt mittels Zubringerwagens, der in derselben Spur wie der Fertiger fährt und ebenfalls über die Seilwinden geführt und gesichert wird. Bei den z.T. vorliegenden kurzen Böschungen kann ggf. auch eine direkte Beladung des Fertigers über die Sohle oder die Dammkrone erfolgen.

Um eine größtmögliche Dichtigkeit der Asphaltbefestigung zu erzeugen sollte zuerst die Asphalttragschicht in der Sohle und danach in den Böschungen hergestellt werden. Anschließend sollte der Einbau der Asphaltdeckschicht in der Böschung und danach in der Sohle eingebaut werden. Durch diese Verzahnung besonders in den Übergängen von Sohle und Böschung werden potenzielle Schwachstellen durch durchgängige Nähte vermieden.



6 Standsicherheit

Im Zuge der Planung wurde die Standsicherheit der geplanten Dämme an verschiedenen Schnitten nachgewiesen. Für den Nachweis wurden die bodenmechanischen Kennwerte des Untergrundes aus den vorangegangenen Gutachten sowie aus Literaturwerten abgeleitet. Weiterhin wurden die zur Verwendung vorgesehenen Materialien, die geplanten Geometrien der Dämme, der Porenwasserdruckverlauf sowie die auftretenden Lasten berücksichtigt.

Zur Standsicherheitsberechnung wurde die Methode des Gleitkreisverfahren (nach DIN 4084) verwendet. Dabei wird der maximale Ausnutzungsgrad bestimmt, der sich aus der gesamten Einwirkung und dem gesamten Widerstand des jeweiligen Bruchmechanismus ergibt.

Im **Anhang 1** sind die durchgeführten Berechnungen und Nachweise zur Standsicherheit ausführlich dargestellt. Danach ist die Standsicherheit der geplanten Dämme sowohl während des Bau- als auch im Endzustand ausreichend gewährleistet.

7 Kostenberechnung

Im Nachfolgenden werden die berechneten Kosten für die Baumaßnahmen zur Umstellung der bisherigen Prozess-/ Verfahrungs-technik im Werk Lage auf das 3-zellige Kassettenverfahren angegeben. Die Kostenberechnung basiert auf ortsüblichen Baupreisen der Jahre 2021/2022.

Zum jetzigen Planungsstand wurden Kosten für infrastrukturelle Einrichtungen wie z.B. Auslaufbauwerke, Rohrleitungen, Schachtbauwerke, Pumpensysteme und Energieversorgungs-einrichtung nicht berücksichtigt. Entsprechend sind diese Kosten in der vorliegenden Kostenberechnung nicht enthalten. Die Kosten zur vollständigen Beräumung und Trocknung des Teiches 3 können zum jetzigen Stand noch nicht abgeschätzt werden und sind ebenfalls in der Kostenberechnung nicht enthalten.

Nach einem ersten grob aufgestellten Zeitplan seitens Pfeifer & Langen zur Realisierung der Baumaßnahmen ist die Errichtung der Kassetten I und II im Jahr 2026 vorgesehen. Die Kasette III soll zwei Jahre später in 2028 errichtet werden. Auf Grundlage dieser Abschätzung und der zeitlichen Trennung zur Errichtung wird in der Kostenberechnung von zwei separaten Baustellen ausgegangen. Das heißt, dass auch zwei eigenständige Baustelleneinrichtungen sowie technische Bearbeitungen erforderlich werden.



Die Kostenberechnung ist dem **Anhang 2** zu entnehmen. Die berechneten Baukosten für die Maßnahmen zur Umstellung der bisherigen Prozess-/ Verfahrenstechnik im Werk Lage auf das 3-zellige Kassettenverfahren belaufen sich dabei auf insgesamt netto 7.431.350 €.

Weitere Kosten für Planungs-/ Ingenieur- und Fremdprüfungsleistungen, Vermessungsarbeiten, behördliche Abnahmen, betriebliche Aufwendungen u.ä. sind in der Kostenberechnung nicht enthalten, müssen jedoch im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden.

Im o.g. Ansatz sind darüber hinaus noch keine Preissteigerungen oder sonstige finanzmathematischen Ansätze (Diskontierungen) berücksichtigt. In den letzten Jahren wurden im Bausektor durchschnittliche, jährliche Preissteigerungen von etwa 1 bis 2 % festgestellt. Seit 2022 sind jedoch auch deutlich höhere Preissteigerungen zu beobachten. Regionale und bauspezifische Besonderheiten machen eine generelle Festlegung bzw. Prognose für die Zukunft schwierig und fließen daher zunächst nicht in die hier vorliegende Kostenberechnung ein.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Entwurfs- und Genehmigungsplanung beinhaltet die Ergebnisse der vorlaufenden Planungsschritte zur geplanten Umstellung der bisherigen Prozess- und Verfahrenstechnik im Werk Lage auf ein 3-zelliges Kassettenverfahren. Dabei wurden die erforderlichen Maßnahmen zur Errichtung der technischen Bauwerke beleuchtet sowie detailliert geplant.

Für die Planung der neuen Kassetten wurden die Voruntersuchungen zu den geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten am Standort berücksichtigt. Des Weiteren wurden für die Planung der Kasette III die Bestandstunterlagen des Auflandeteiches 3 herangezogen. Es wurde sichergestellt, dass der Abstand der Oberkante der geologischen/ geotechnischen Barriere mindestens 1,0 m zum höchsten zu erwartenden Grundwasserstand beträgt.

Mit der gewählten Art der Kassettengeometrie und deren Befestigung wird die Einfüllung von mindestens 60.000 m³ Rübenerde je Kasette sichergestellt. Die abgetrocknete Rübenerde kann nach 2 bis 3 Jahren wieder aus den Kassetten entnommen und z.B. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wiederverwertet werden.



Die geplanten Dammbauwerke wurden so konzipiert, dass eine entsprechende Befahrung durch LKW und Radlader problemlos möglich ist. Die Standsicherheit der Dämme wurde an mehreren Schnitten in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten für den Bau- und Endzustand nachgewiesen. Die dabei angesetzten bodenmechanischen Kennwerte sind bei der Bauausführung von Auftragnehmer zu bestätigen.

Die Baukosten für die Erstellung der drei Erdkassetten wurden auf Grundlage aktueller, ortsüblicher Baupreise berechnet. Kosten für die technisch / betrieblich erforderlichen Einrichtungen wie Pumpenanlagen, Rohrleitungen, Stromversorgung, etc. sind in der Kostenberechnung nicht enthalten.

Essen, 03. November 2022

Berichtsverfasser:


i.A. Tristan Töpfer M. Sc.


Dipl.-Ing. Carsten Lesny

ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH



Quellenverzeichnis

- [1] Geo-Infometric GmbH (1998): Hydrogeologischen Gutachten und Standsicherheitsnachweis für den geplanten Auflandeteich 6, Pfeifer & Langen, Werk Lage; vom November 1998
- [2] Erdbaulabor Schemm GmbH (1998): Geplanter Auflandeteich 6 (Sedimentationsbecken) bei der Zuckerfabrik Pfeifer & L. Langen, Werk Lage, Gemarkung Heiden, nordwestlich des Sültehofes; vom 12.11.1998
- [3] Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH (2012): Hydrogeologische Standortuntersuchung für die Erweiterungsfläche des Auflandeteichs 3 in Lage; vom 17.12.2012
- [4] ASMUS+PRABUCKI·INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (2019): Baumaßnahme zur Herstellung des Auflandeteiches Nr. 3 der Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG in Lage; vom 11.01.2019
- [5] Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH (2021): Hydrogeologische Standortuntersuchung für die Erweiterungsfläche westlich des vorhandenen Auflandeteiches in Lage; vom 31.05.2021



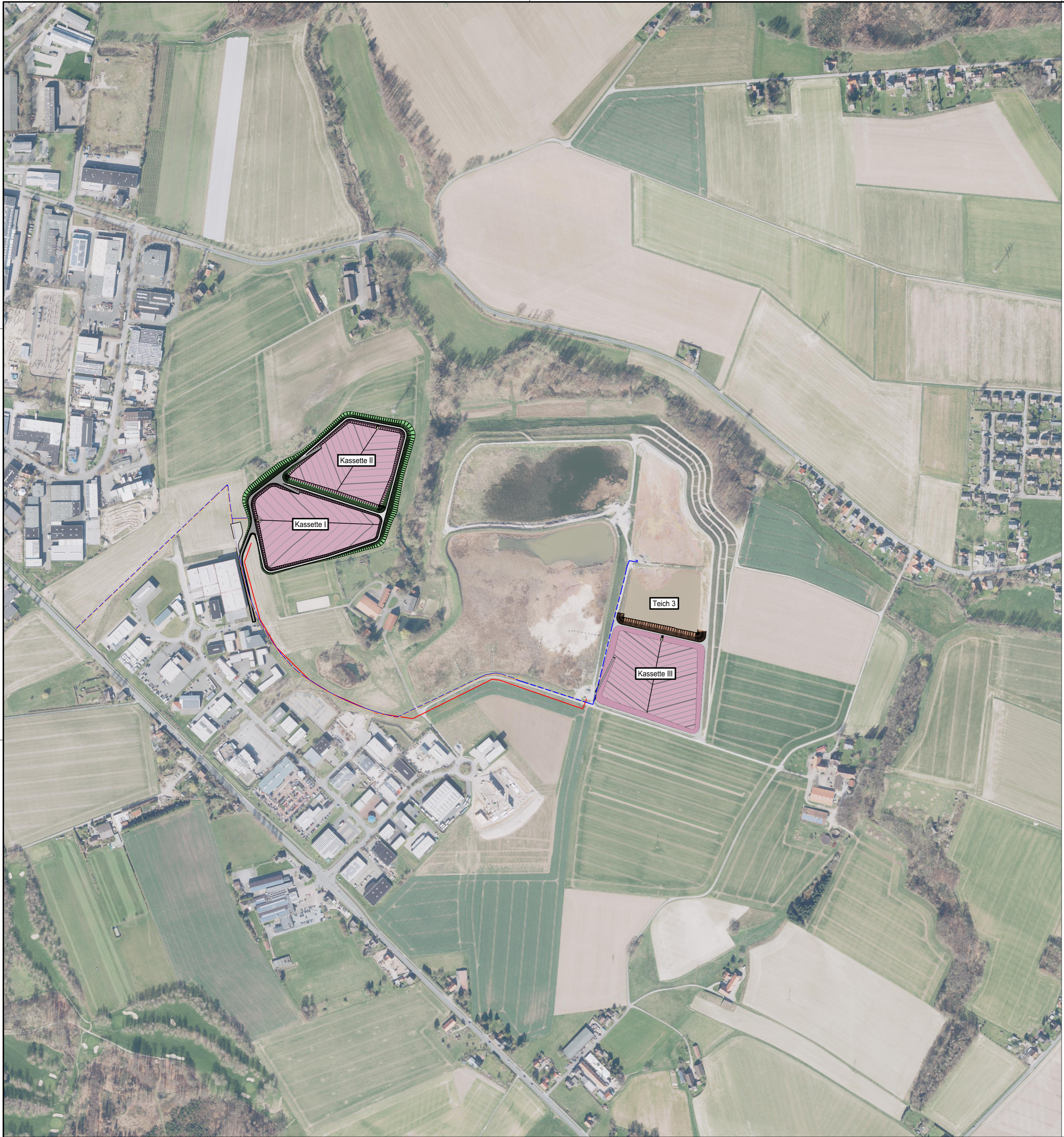
Anlage





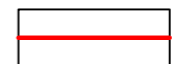
Anlage GP 1.0

Übersichtsplan 3-zelliges Kassettenverfahren





Legende:

-  Rückführungsleitung PVC DN 200 PN 10
-  Schlammdruckleitung PVC DN 250 PN 10
-  geplante Stromtrasse (Lage und Anschluss durch AG noch festzulegen)

Nr.: Änderung: Art, Umfang, Ursache		Datum, Name	
Auftraggeber:			
 Pfeifer & Langen			
Projekt:		Blatt:	
Konzept Rübenerdeauflandung		GP 1.0	
Titel:		Maßstab:	
Übersichtslageplan 3-zelliges Kassettenverfahren		1:5000	
CAD-Name:	Übersichtslageplan 3-zelliges Kassettenverfahren	Planer:	ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE
Projektnr.:	A-2548	© Copyright by API	BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Größe:	DIN A2	Weitergabe und	Carnaperhof 10 45329 Essen
Bearb.:	11.10.2022 Langhals	Vervielfältigung ohne	Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99
Gepr.:	11.10.2022 Töpfer	schriftliche	
		Zustimmung verboten!	





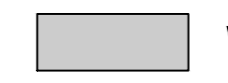

Anlage GP 2.0

Lageplan Kasette I und II





Legende:

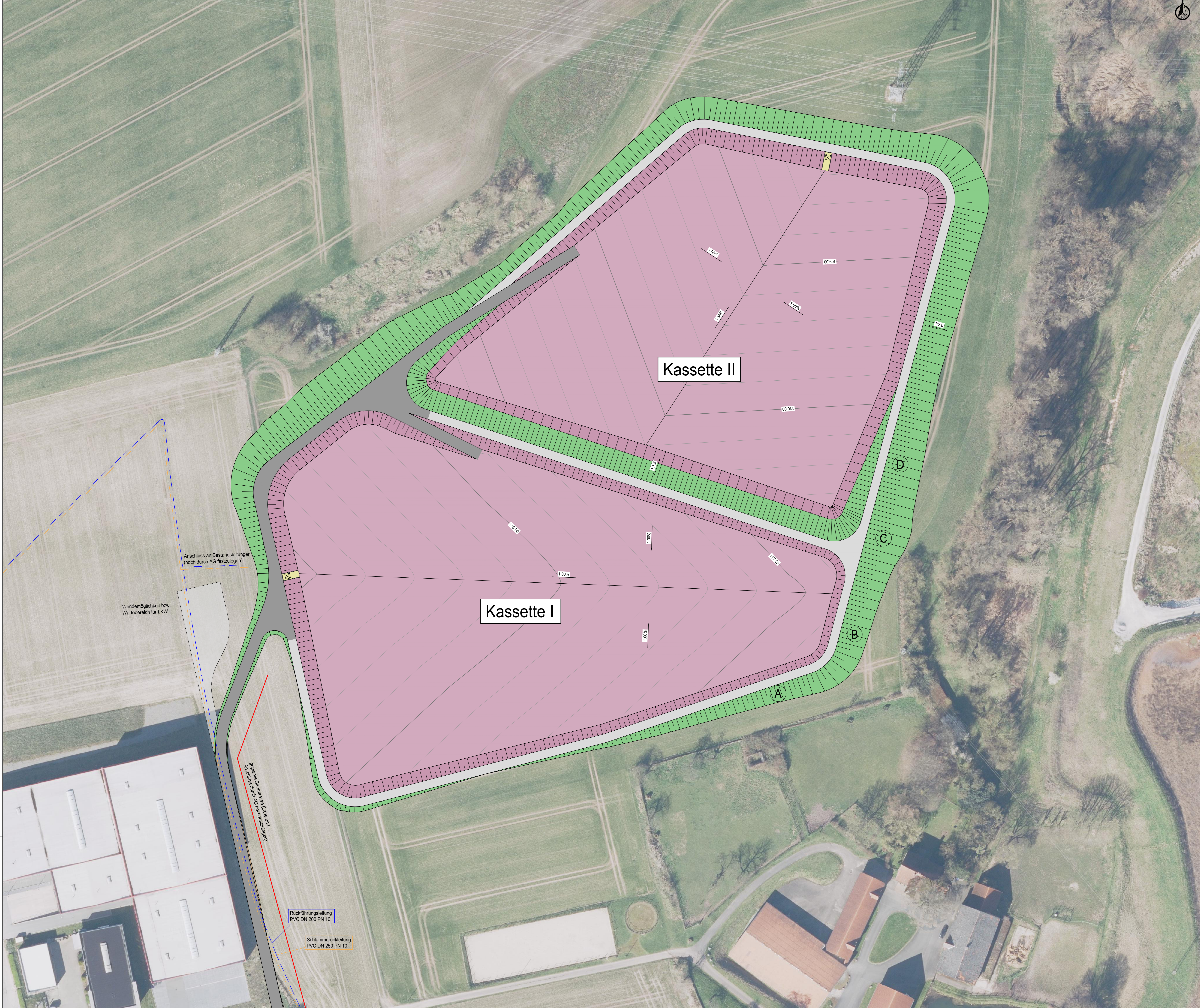
-  Böschung begrünt
-  Böschung abgedichtet
-  abgedichtete Kassetten
-  Zufahrtsbereiche / Rampe (Asphaltbauweise)
-  Wartungswege (Schotterbauweise)
-  offenes Betonschachtbauteil mit Schwimmerpumpe

Kassette I
 nutzbare Fläche : 23.800 m²
 Verfüllvolumen : 64.500 m³

Kassette II
 nutzbare Fläche : 20.200 m²
 Verfüllvolumen : 60.000 m³

Flächenbedarf insgesamt: 60.100 m²

Höhe Außendamm
 Punkt A : 3,6 m
 Punkt B : 5,7 m
 Punkt C : 8,6 m
 Punkt D : 7,5 m



 Pfeifer & Langen	
Projekt: Konzept Rübenerdeauflandung	Blatt: GP 2.0
Titel: Lageplan Kassette I und II	Maßstab: 1:500
CAD-Name: LAGEPLAN 1-2 KASSETTE Projekt: A-2348 Größe: DIN A5 Boorb: 11.10.2022 Coor: 11.10.2022	
© Copyright by APB Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten	
ASMUS + PRABUCKI + INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnagierhof 110 45329 Essen Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99	

Speicherbaum: G:\04_0202_Speicherbau_1-2_Pfeifer-&Langen-Konzept_Rübenerdeauflandung\Struktur\CAD_021\01neueFestlegung\Baufeldplanung\GP1\Lageplan 1-2 Rübenerdeauf...

Anlage GP 2.1

Lageplan Kasette III





Legende:

- Böschung Teich 3 (geotechnische Barriere)
- Böschung abgedichtet
- abgedichtete Kassetten
- Zufahrtsbereiche / Rampe (Asphaltbauweise)
- Wartungswege (Schotterbauweise)
- offenes Betonschachtbauteil mit Schwimmerpumpe

Kassette III

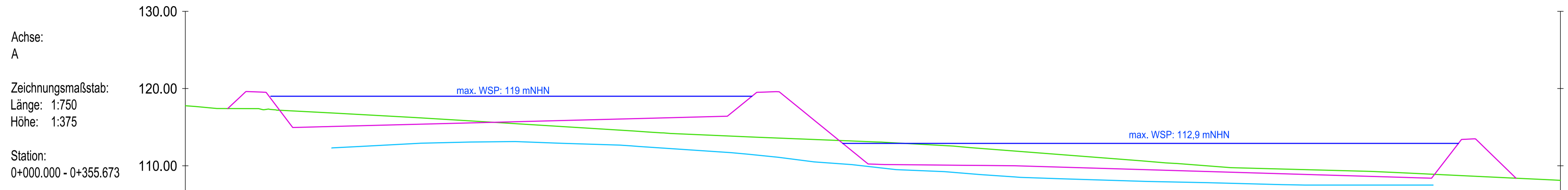
nutzbare Fläche : 24.200 m²
 Verfüllvolumen : 62.000 m³

Restvolumen Teich 3 : 190.000 m³

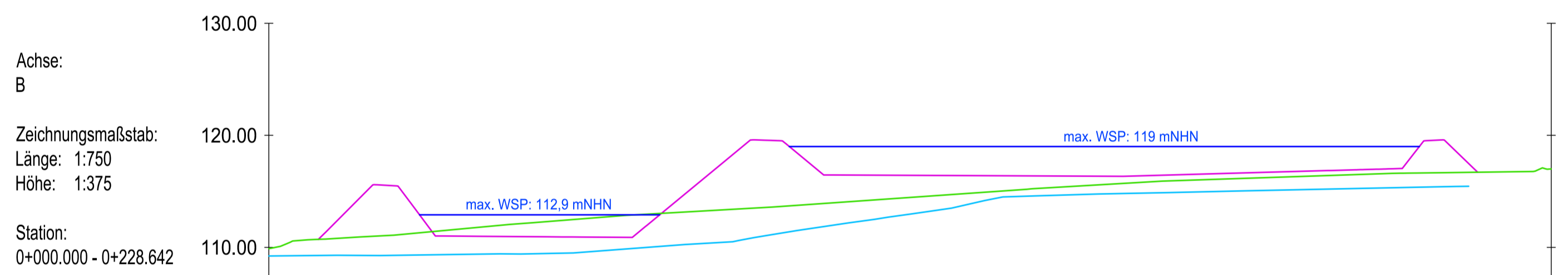
Nr.: Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name
Auftraggeber:	
 Pfeifer & Langen	
Projekt:	Blatt:
Konzept Rübenerdeauflandung	GP 2.1
Titel:	Maßstab:
Lageplan Kasette III	1:1000
CAD-Name: LAGEPLAN 3 KASSETTE	Planer: ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE
Projektnr.: A-2548	BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Größe: DIN A2	Carnaperhof 10 45329 Essen
Bearb.: 11.10.2022 Langhals	Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99
Gepr.: 11.10.2022 Töpfer	© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!

Anlage GP 3.0
Längs- und Querschnitte Kasette I und II

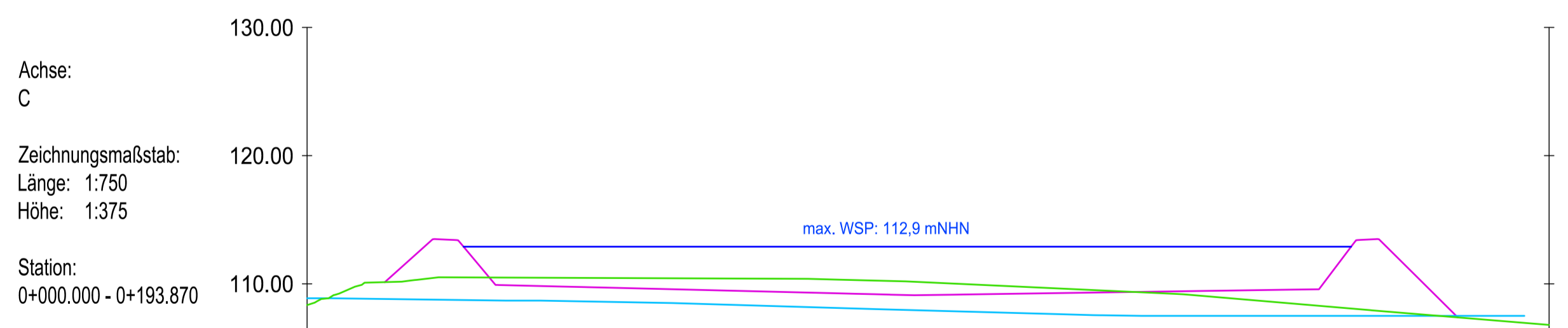




OK Geländehöhe	117.77	116.78	115.62	114.38	113.45	112.49	110.92	109.63	108.96	108.11
Grundwasserspiegel (+1,0 m)		112.37	113.11	112.41	110.67	109.09	108.11	107.61	107.50	
OK Planung Kassetten		115.11	115.63	116.15	116.98	110.07	109.62	109.02	108.42	
Stationierung	0+000.00	0+046.00	0+086.00	0+126.00	0+166.00	0+206.00	0+246.00	0+286.00	0+326.00	0+355.67



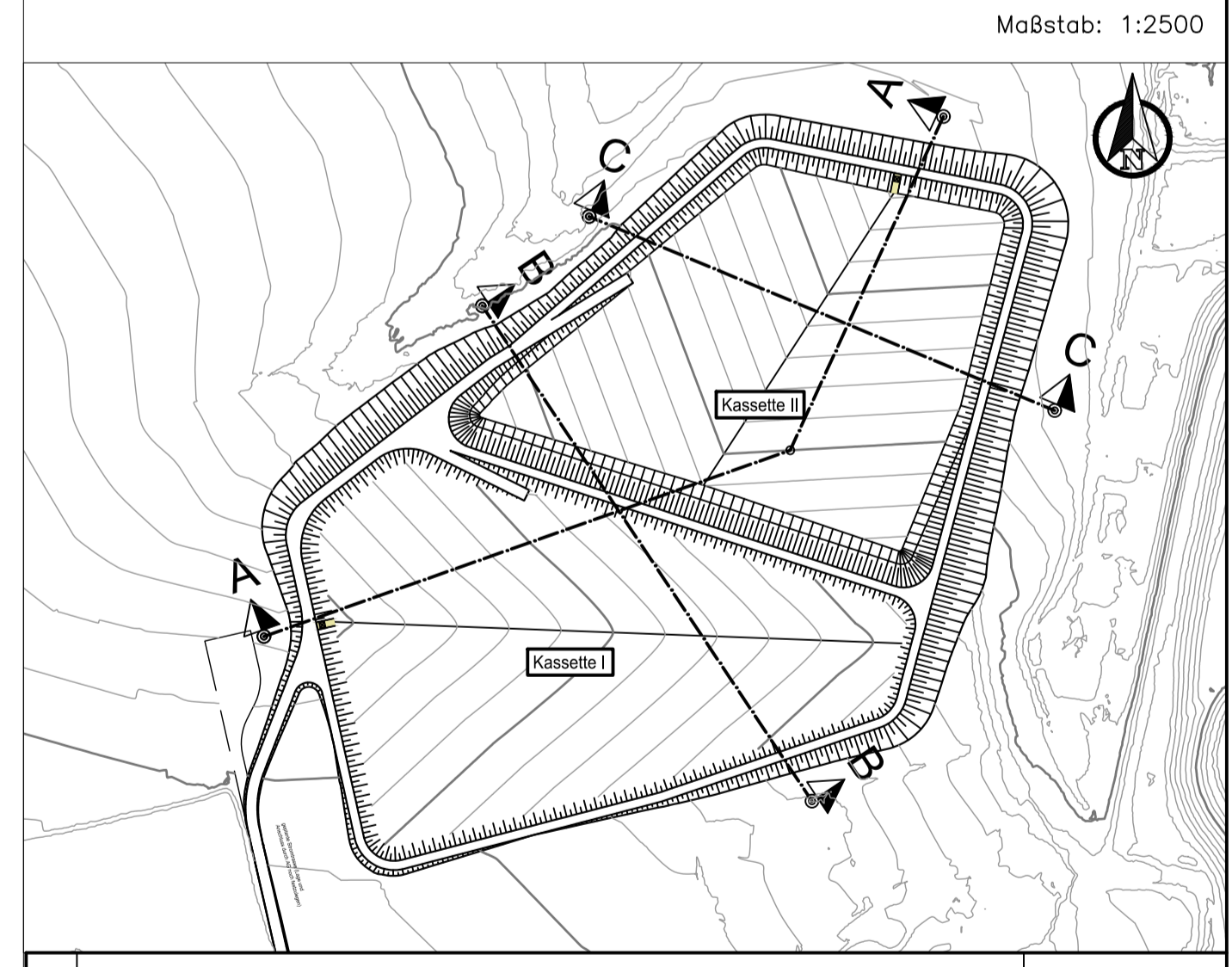
OK Geländehöhe	109.88	111.91	113.32	114.65	115.92	116.59	117.00
Grundwasserspiegel (+1,0 m)	109.23	109.41	110.42	113.37	114.89	115.31	
OK Planung Kassetten		110.98	117.16	116.41	116.45	117.01	
Stationierung	0+000.00	0+046.00	0+086.00	0+126.00	0+166.00	0+206.00	0+228.64



OK Geländehöhe	108.34	110.47	110.36	109.58	108.20	106.79
Grundwasserspiegel (+1,0 m)	108.87	108.66	108.16	107.60	107.50	
OK Planung Kassetten		109.78	109.29	109.29	110.83	
Stationierung	0+000.00	0+046.00	0+086.00	0+126.00	0+166.00	0+193.87

Legende:

- OK Bestandsgelände
- höchster zu erwartener Grundwasserspiegel + 1,0 m
- OK Planung Kassetten
- max. Wasserspiegel in der Kasette



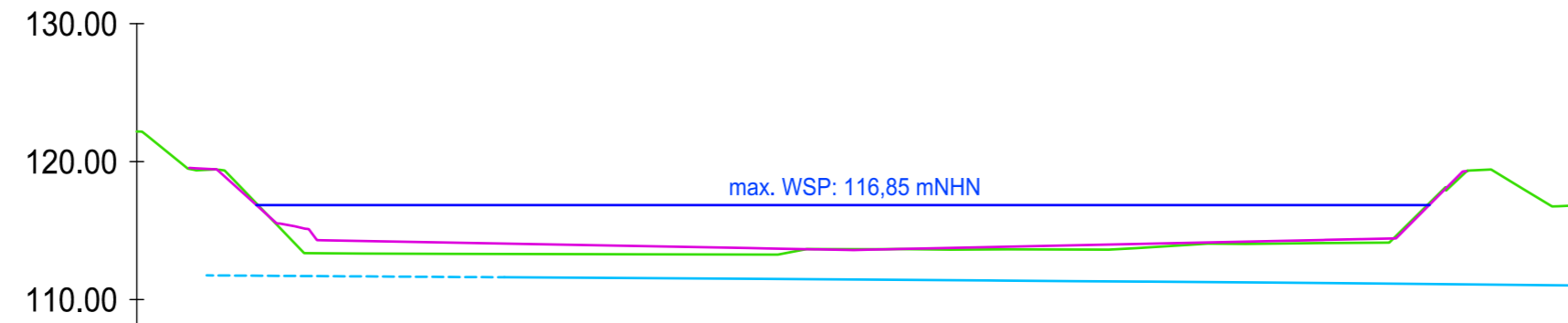
Nr.: Änderung: Art, Umfang, Ursache		Datum, Name	
Auftraggeber:			
 Pfeifer & Langen			
Projekt: Konzept Rübenerdeauflandung			Blatt: GP 3.0
Titel: Längs- und Querschnitte Kassetten I und II			Maßstab: 1:750

CAD-Name: Längs- und Querschnitte Kassetten I und II	Planer: ASMUS + PRABUCKI • INGENIEURE
Projektnr.: A-2548	© Copyright by API
Größe: DIN A1	Weitergabe und
Bearb.: 11.10.2022 Langhals	Vervielfältigung ohne
Gepr.: 11.10.2022 Töpfer	schriftliche
	Zustimmung verboten!

Anlage GP 3.1
Längs- und Querschnitte Kasette III

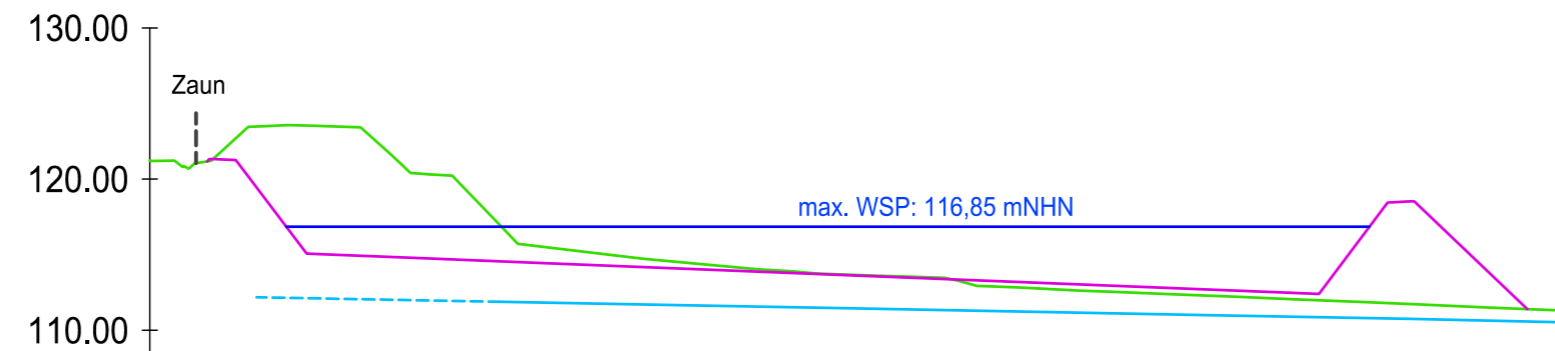


Achse:
A
Zeichnungsmaßstab:
Länge: 1:1000
Höhe: 1:500
Station:
0+000.000 - 0+209.593



OK Geländehöhe	122.19	115.57	113.32	113.30	113.28	113.66	113.63	113.62	114.04	114.12	118.25	116.26
Grundwasserspiegel (+1,0 m)				111.59	111.53	111.47	111.40	111.33	111.25	111.17	111.07	111.02
OK Planung Kassetten		115.64	114.18	114.00	113.81	113.63	113.77	113.98	114.20	114.41		
Stationierung	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+209.59

Achse:
B
Zeichnungsmaßstab:
Länge: 1:1000
Höhe: 1:500
Station:
0+000.000 - 0+187.408

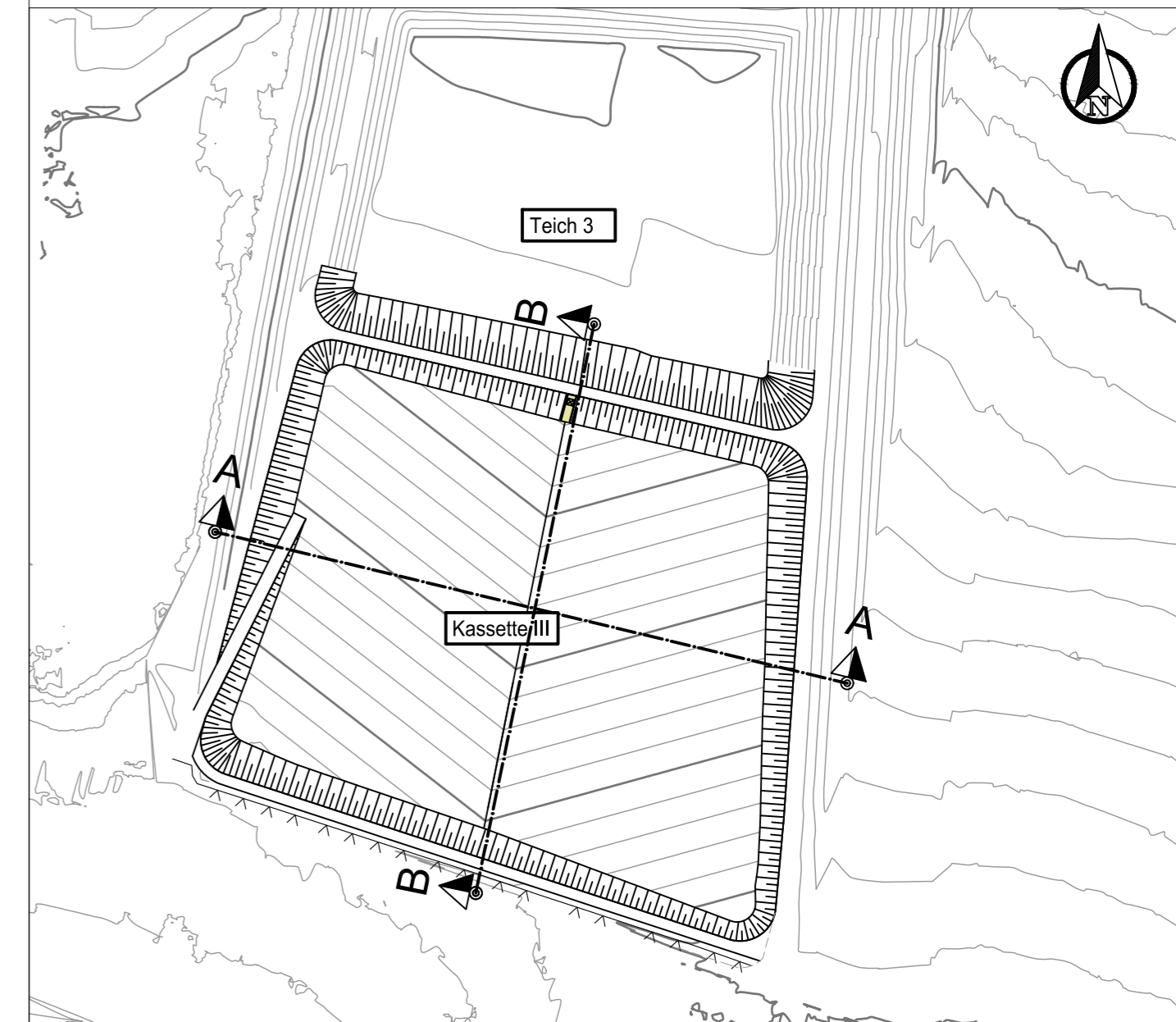


OK Geländehöhe	121.23	123.55	120.23	115.04	114.05	113.55	112.70	112.29	111.88	111.44	111.30
Grundwasserspiegel (+1,0 m)				111.76	111.58	111.38	111.19	111.00	110.81	110.61	110.53
OK Planung Kassetten		115.56	114.69	114.29	113.89	113.49	113.10	112.70	115.99	112.44	
Stationierung	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+187.41

Legende:

- OK Bestandsgelände
- höchster zu erwartener Grundwasserspiegel (+ 1 m)
- OK Planung Kassetten
- max. Wasserspiegel in der Kasette

Maßstab: 1:2000



Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name
Auftraggeber:		

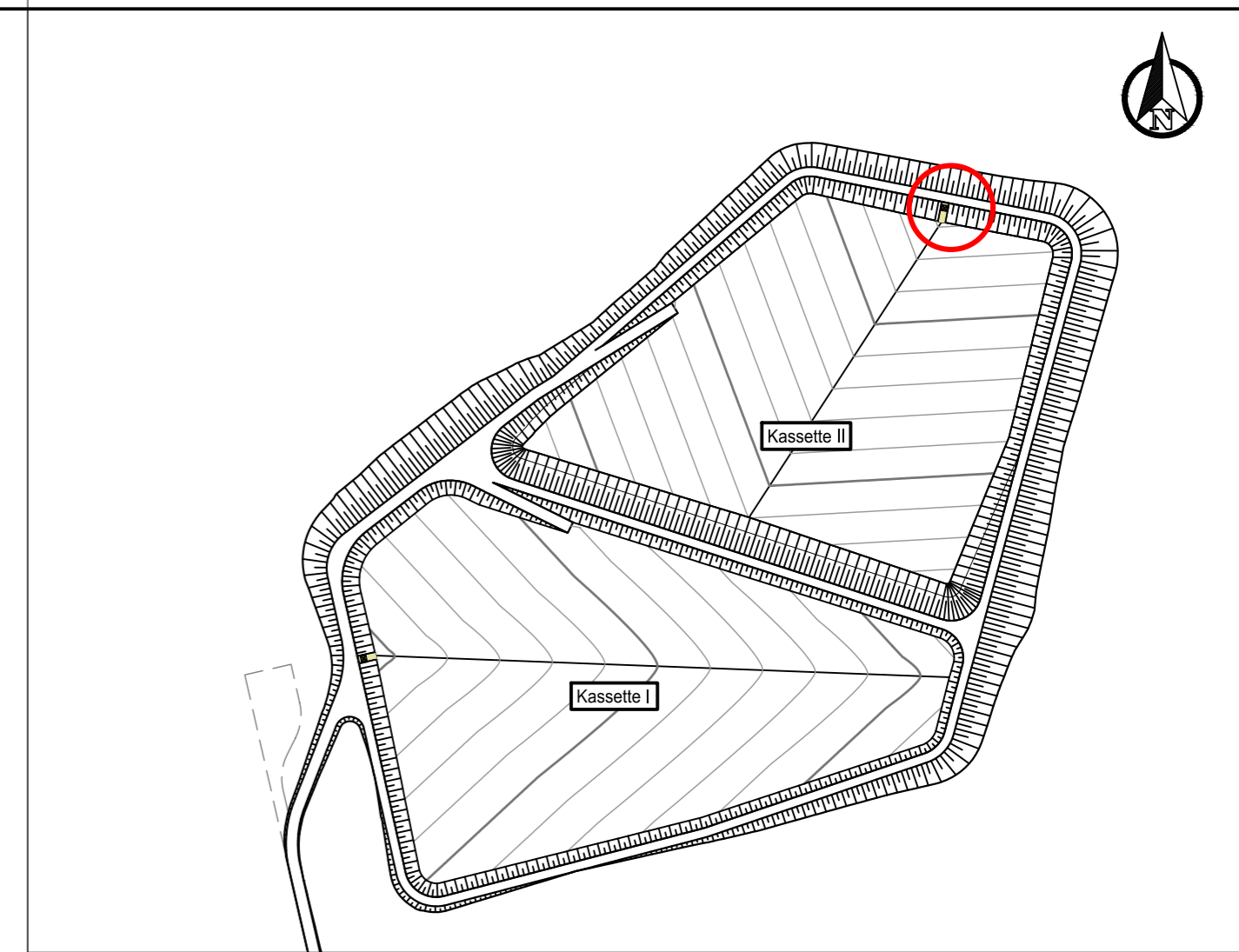
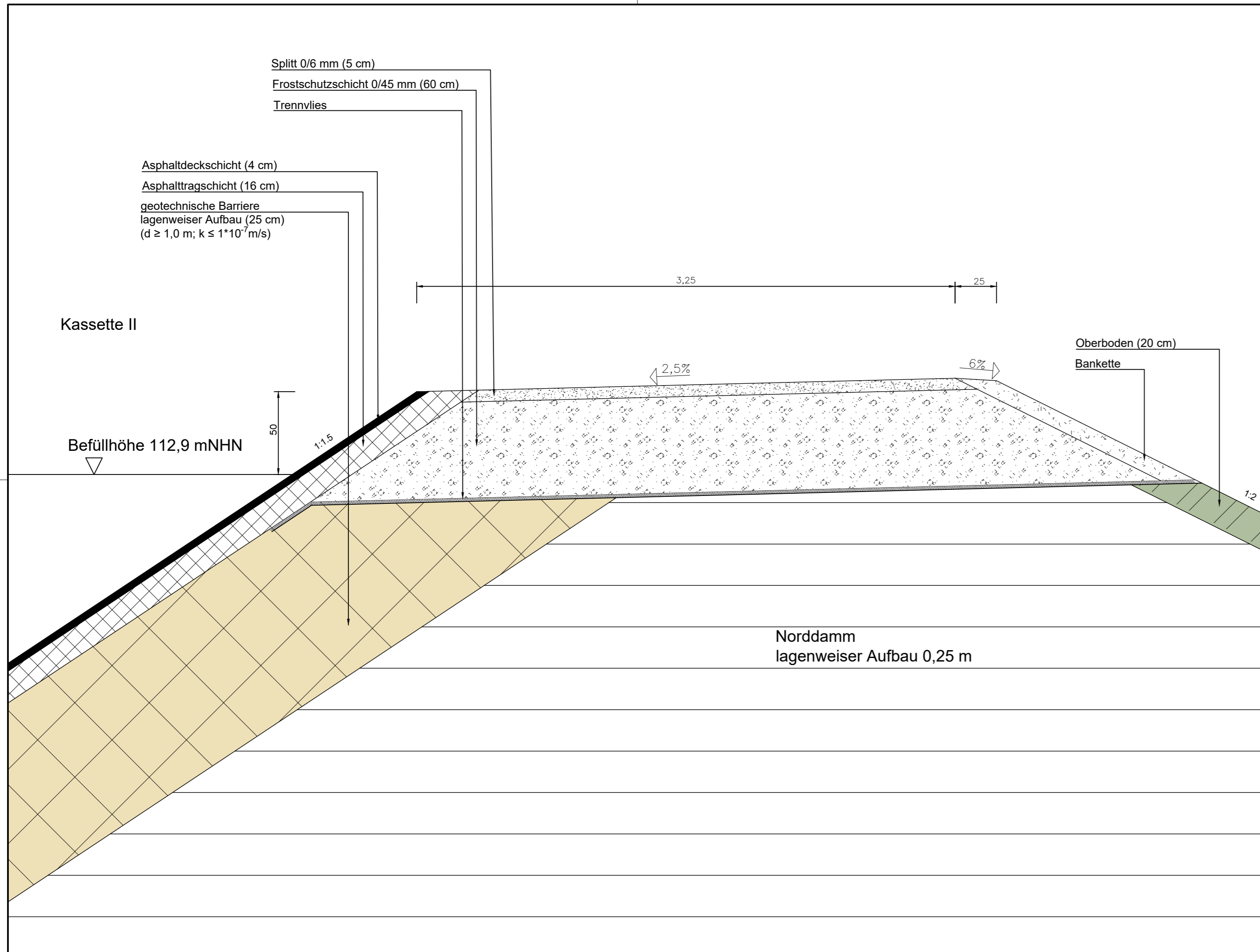


Projekt:	Konzept Rübenerdeauflandung	Blatt:	GP 3.1
Titel:	Längs- und Querschnitte Kasette III	Maßstab:	1:1000

CAD-Name:	Längs- und Querschnitte Kasette III	Planer:	ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE
Projektnr.:	A-2548	© Copyright by API	BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Größe:	DIN A2	Weitergabe und	Carnaperhof 10 45329 Essen
Bearb.:	11.10.2022 Langhals	Vervielfältigung ohne	Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99
Gepr.:	11.10.2022 Töpfer	schriftliche	
		Zustimmung verboten!	

Anlage GP 4.0
Detail Norddamm Kassette II





Maßstab: 1:2500

Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name
Auftraggeber:		



Pfeifer & Langen

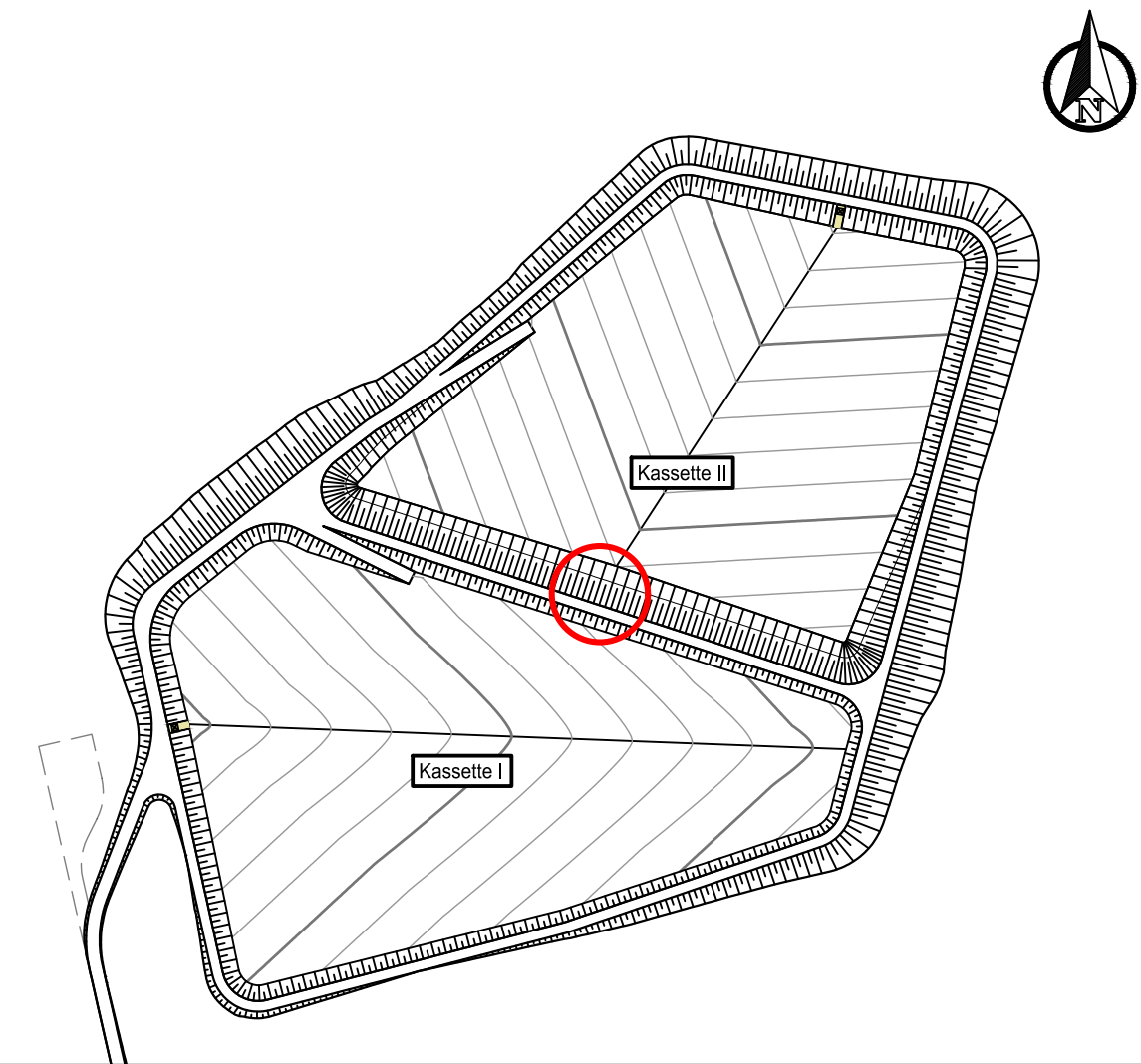
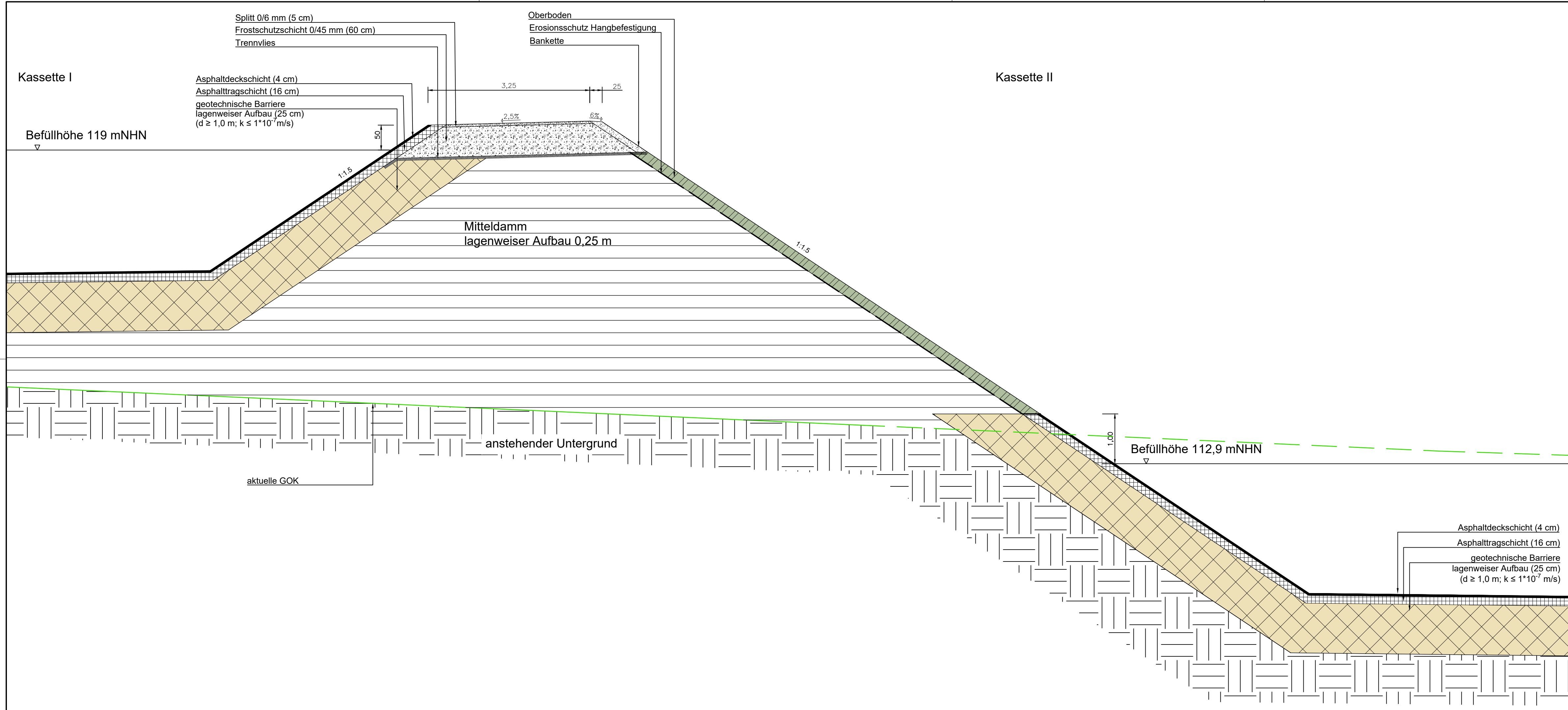
Projekt:	Konzept Rübenerdeauflandung	Blatt:	GP 4.0
----------	-----------------------------	--------	--------

Titel:	Detail Norddamm Kassette II	Maßstab:	1:20
--------	-----------------------------	----------	------

CAD-Name:	Detail Norddamm Kassette II	© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!	
Projektnr.:	2548		
Größe:	DIN A3.2		
Gepr.:	11.10.2022 Töpfer		
Bearb.:	11.10.2022 Langhals	ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnaperhof 10 Fon: 0201/72085-0	45329 Essen Fax: 0201/72085-99

Anlage GP 4.1
Detail Mitteldamm Kassette I und II



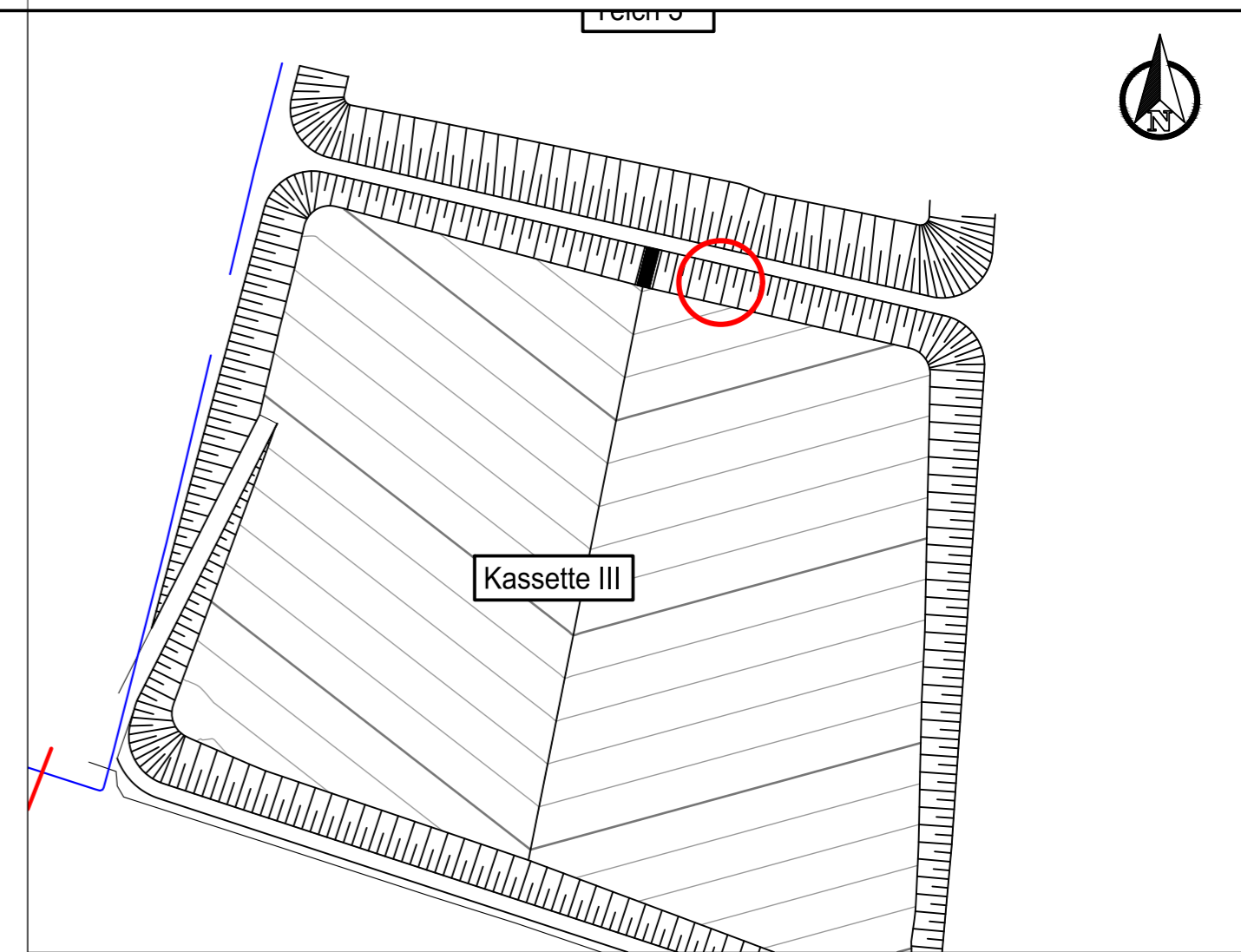
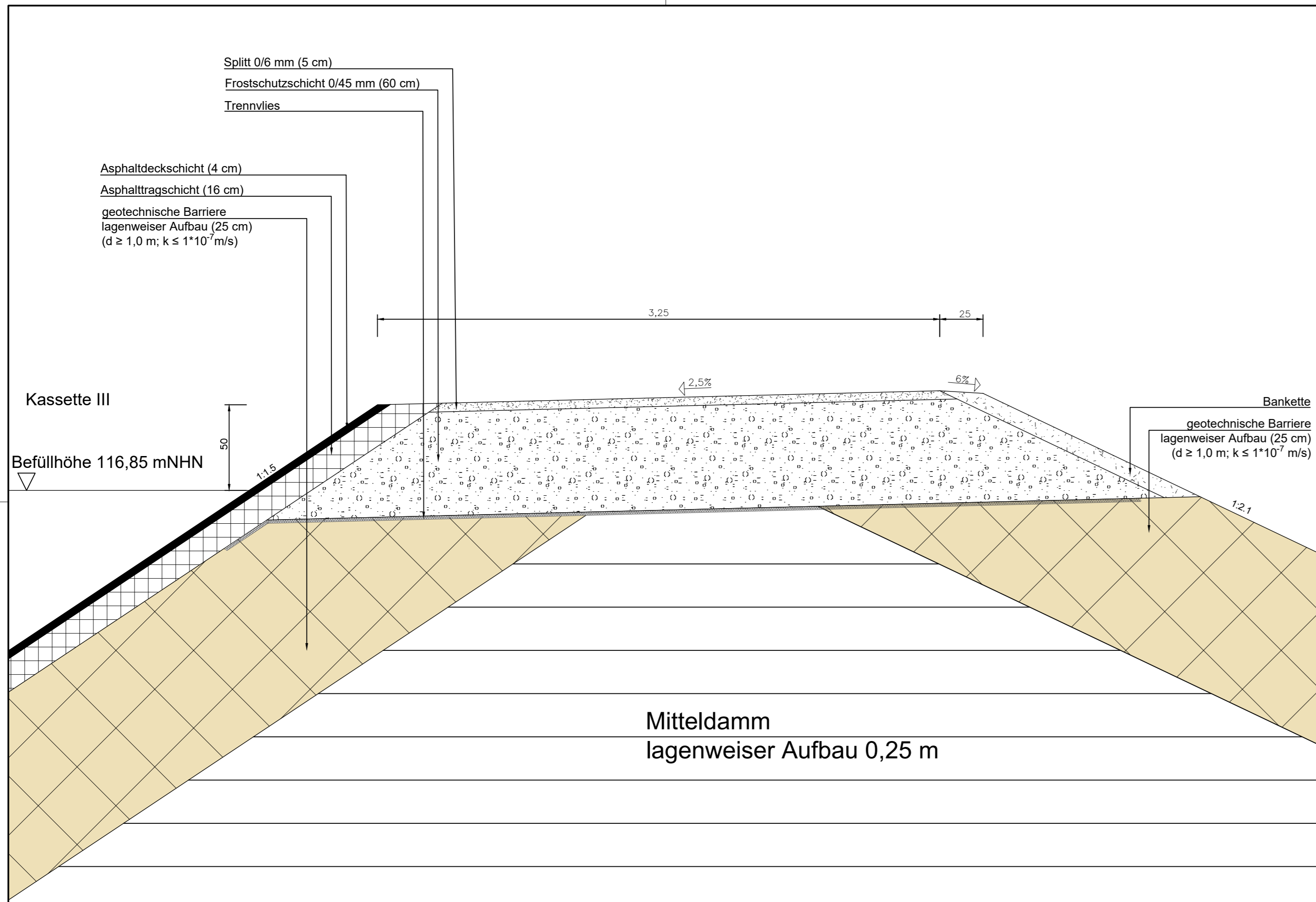


Maßstab: 1:2500

Nr.: Änderung: Art, Umfang, Ursache		Datum, Name	
Auftraggeber:			
 Pfeifer & Langen			
Projekt: Konzept Rübenerdeauflandung			Blatt: GP 4.1
Titel: Detail Mitteldamm Kassette I und II			Maßstab: 1:50
CAD-Name:	Detail Mitteldamm Kassette I und II		Planer:
Projektnr.:	A-2548		 ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnaperhof 10 45329 Essen Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99
Größe:	DIN A3.1		
Bearb.:	11.10.2022	Langhals	
Gepr.:	11.10.2022	Töpfer	
© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!			

Anlage GP 4.2
Detail Abschlussdamm Kasette III





Maßstab: 1:1500

Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name
Auftraggeber:		



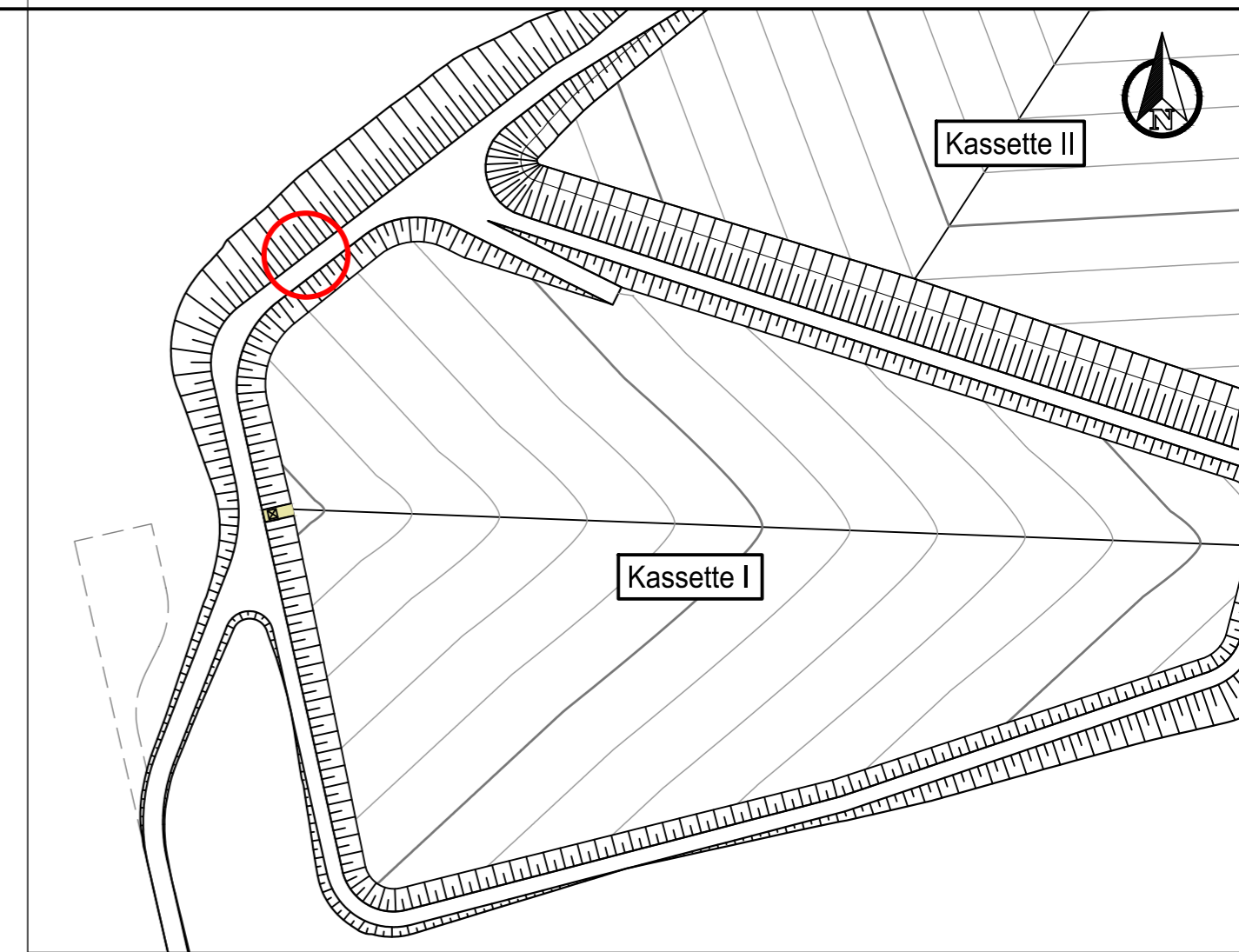
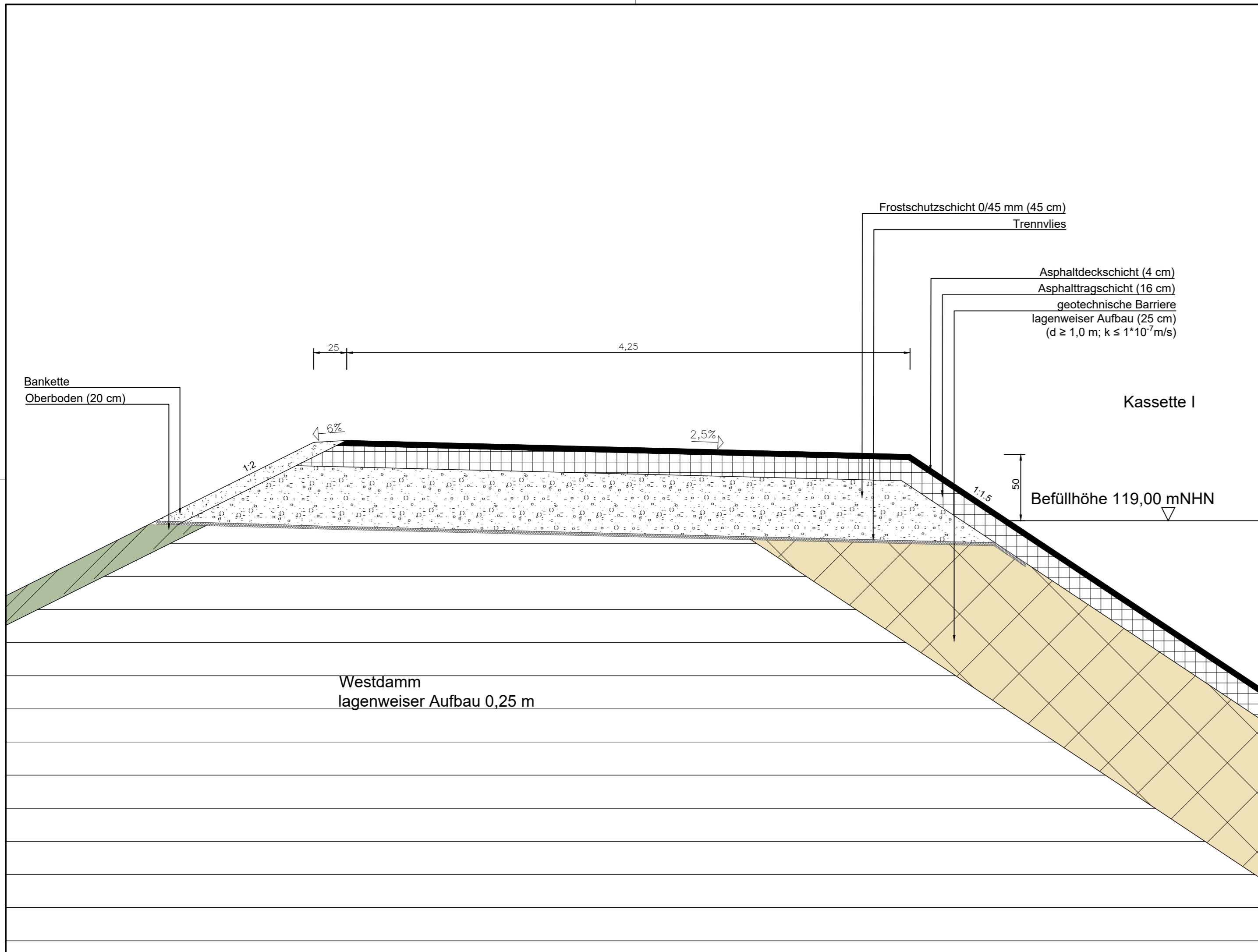
Projekt:	Konzept Rübenerdeauflandung	Blatt:	GP 4.2
Titel:	Detail Abschlussdamm Kassete III	Maßstab:	1:20

CAD-Name:	Detail Abschlussdamm Kassete III	Planer:	ASMUS + PRABUCKI • INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Projektnr.:	2548	© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!	Carnaperhof 10 45329 Essen
Größe:	DIN A3.2		Fon: 0201/72085-0 Fax: 0201/72085-99
Bearb.:	23.09.2022 Langhals		
Gepr.:	11.10.2022 Töpfer		

Anlage GP 4.3

Detail Westdamm Kasette I



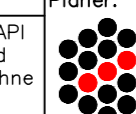


Maßstab: 1:1500

Nr.:	Änderung: Art, Umfang, Ursache	Datum, Name
Auftraggeber:		



Projekt:	Konzept Rübenerdeauflandung	Blatt:	GP 4.3
Titel:	Detail Westdamm Kassette I	Maßstab:	1:25

CAD-Name:	Detail Westdamm Kassette I	© Copyright by API Weitergabe und Vervielfältigung ohne schriftliche Zustimmung verboten!
Projektnr.:	2548	
Größe:	DIN A3.2	
Gepr.:	11.10.2022 Töpfer	
Bearb.:	23.09.2022 Langhals	 ASMUS+ PRABUCKI • INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH Carnaperhof 10 Fon: 0201/72085-0
		45329 Essen Fax: 0201/72085-99

Anhang



Anhang 1

Nachweis der Standsicherheit



**Nachweis der Standsicherheit
für die Errichtung der Kassetten I, II und III
im Zuge der geplanten Umstellung der
Prozess und Verfahrenstechnik im Werk Lage**

Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
Werk Lage
Heidensche Straße 70
32791 Lage

Stand: September 2022

Dieser Bericht umfasst 9 Seiten und 4 Anlagen.

Büro Essen
Carnaperhof 10
45329 Essen
Fon: 0201 72085-0
Fax: 0201 72085-99
E-mail:
info@ap-ingenieure.de
www.ap-ingenieure.de

Bankverbindung:
Sparkasse Essen
BLZ 360 501 05
Konto 259770
IBAN
DE10 3605 0105 0000 2597 70
BIC SPESDE33XXX

Postbank Dortmund
BLZ 440 100 46
Konto 713 006 464
IBAN
DE09 4401 0046 0713 0064 64
BIC PBKDEFF

Verwaltungssitz:
Eiland 3
45134 Essen
HRB Essen 13501
Ust-IdNr. DE200038500
Steuer-Nr:
112/5760/1517

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Detlef Asmus
Dr.-Ing. Marc-J. Prabucki
Dipl.-Ing. Carsten Lesny



Inhalt

	Blatt
1 Veranlassung	3
2 Geotechnische Verhältnisse	3
3 Berechnungsmodell	5
4 Standsicherheitsberechnungen	5
4.1 Einwirkungen/ Bemessungssituationen	6
4.2 Gesamtstandsicherheit im Endzustand BS-P	6
4.3 Gesamtstandsicherheit im Bauzustand BS-T	7
4.4 Ergebnisse	7
5 Zusammenfassung	8
Quellenverzeichnis	9

Tabellen

Tabelle 1: Ausnutzungsgrade μ der Standsicherheitsberechnungen	7
--	---

Anlagen

Anlage	Bezeichnung	Maßstab
1	Lageplan Schnitten Standsicherheit	1 : 250
2	Standsicherheit Schnitt 1	
3	Standsicherheit Schnitt 2	
4	Standsicherheit Schnitt 3	



1 **Veranlassung**

Die Pfeifer und Langen GmbH & Co. KG betreibt am Standort Lage ein Werk zur Herstellung von Zucker aus der Verarbeitung von Zuckerrüben. Beim Verarbeitungsprozess gelangt mit den Rüben auch Rübenerde in die Produktion und fällt hauptsächlich als sogenannte Rübenerde an. Bisher wird diese Rübenerde auf dafür hergerichtete Teichflächen aufgelandet. Die Kapazität dieser Auflandeteiche wird in den nächsten Jahren allerdings erschöpft sein. Daher ist geplant die bisherige Prozess- und Verfahrenstechnik auf ein 3-zelliges Kassettenverfahren umzustellen. Hier besteht die Möglichkeit, die getrocknete Rübenerde auf landwirtschaftliche Flächen im Umfeld der Zuckerfabrik aufzubringen.

Die ASMUS + PRABUCKI · INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (im Folgenden API) wurde mit der Planung der Umstellung der bisherigen Prozess-/Verfahrenstechnik im Werk Lage auf ein 3-zelliges Kassettenverfahren beauftragt. Bestandteil dieser Ingenieurleistungen ist ein Standsicherheitsnachweis für die geplanten Randdämme der Kassetten. Der **Anlage 1** ist ein Lageplan mit den gewählten Schnitten für die Standsicherheitsberechnungen zu entnehmen.

Im vorliegenden Bericht werden die geplanten Geometrien der Dämme und des Untergrundes sowie die bodenmechanischen Kennwerte der zur Verwendung vorgesehenen Materialien berücksichtigt und die Standsicherheit für den Böschungsbereich im Bau- und Endzustand rechnerisch nachgewiesen.

2 **Geotechnische Verhältnisse**

Der Schichtenaufbau und die bodenmechanischen Kennwerte sind der nachfolgenden Aufstellung zu entnehmen. Die Scherparameter sind als Mindestanforderung für eine standsichere Herstellung der Dammbauwerke zu verstehen.

- **Sediment (Rübenerde):**
Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 20,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 0,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$



- **Begrünte, befestigte Böschung (am Mitteldamm, Kasette I - II):**

Reibungswert: $\varphi'_k \geq 35,00^\circ$
Adhäsion: $c'_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

- **Begrünte Böschung (an Außenböschungen):**

Reibungswert: $\varphi'_k \geq 28,00^\circ$
Adhäsion: $c'_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

- **Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht):**

Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 45,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 0,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

- **Frostschuttschicht, Kies (0/45 mm):**

Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 40,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 0,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

- **geotechnische Barriere ($k = 10^{-7} \text{ m/s}$):**

Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 28,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

- **Füllmaterial für Dammbau (lagenweise verdichtet):**

Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 28,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

- **Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden:**

Reibungswinkel: $\varphi'_k \geq 28,00^\circ$
Kohäsion: $c'_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$
Wichte: $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$



3 Berechnungsmodell

Als Modell für die Berechnung der Standsicherheit wurden nach jetzigem Planungsstand die ungünstigsten Querschnitte für die Kassetten I - III ausgewählt. Die innenliegenden Böschungen der Becken weisen eine Böschungsneigung von 1 : 1,5 (33,69 °) und die außenliegenden Böschungen von 1 : 2 (26,57 °) auf. Die Höhe des Mitteldammes an Kasette I - II beträgt maximal 9,0 m (siehe **Anlage 2**), die Höhe des Außendammes an Kasette II ebenfalls maximal 9,0 m (siehe **Anlage 3**) und die des Abschlussdammes an Kasette III maximal 3,0 m (siehe **Anlage 4**). Die betrachteten Dammkronen besitzen eine Standardbreite von 3,55 m.

Der Verlauf der Sickerlinie für die Kassetten wurde als höchster zu erwartender Grundwasserstand dem hydrogeologischen Gutachten von Dr. Kerth + Lampe [6] entnommen. Eine Sickerlinie innerhalb des Dammkörpers wird aufgrund der Asphaltbefestigung als Außendichtung nicht angesetzt. Lediglich im Abschlussdamm Kasette III – Teich 3 wird bei Vollstau im Teich 3 eine Sickerlinie angesetzt, da zum Teich 3 hin keine Asphaltbefestigung vorgesehen ist.

Bei allen Schnitten wurde ein Versagen durch einen Böschungsbruch auf beiden Seiten des Dammes untersucht. Um die jeweils ungünstigste Situation zu betrachten, wurde auf der Wasserseite, ein Einstau bzw. Vollstau des Wassers – Sedimentgemisches angesetzt.

4 Standsicherheitsberechnungen

Maßgebend für den Nachweis der Gesamtstandsicherheit sind DIN EN 1997-1 (EC 7) [1], DIN 1054 [2], DIN 4084 [3] und DIN 19700 [4] mit Teilsicherheitsbeiwerten für den Grenzzustand GEO 3.

Für die Berechnungen der Gesamtstandsicherheit wurde das EDV-Programm „STABILITY“ der Firma GGU GmbH verwendet. Für die Sicherheitsnachweise wurden in DIN 19700 Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 angewendet. Im Zuge der Nachweisführung wurde die Standsicherheit aufgrund der gleichen Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 überprüft.



Das Maß der Sicherheit lässt sich als Ausnutzungsgrad μ , als Verhältnis der Bemessungswerte der Beanspruchung und des Widerstandes darstellen. Ausreichende Standsicherheit ist gegeben, wenn der Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,00$ nachgewiesen wird.

4.1 Einwirkungen/ Bemessungssituationen

Die nachfolgend aufgelisteten Einwirkungen wurden gemäß DIN 19700-11 untersucht. Die Verwendung der Bemessungssituationen erfolgte nach EC 7 bzw. DIN 1054. So sind auf die BS-P Gruppe 1 der Einwirkungen, auf die BS-T die Gruppen 1 und 2 und auf die BS-A die Gruppen 1 und 3 anzuwenden.

Gruppe 1:

Ständige und häufig wiederkehrende Einwirkungen:

- Dammeigenlast
- Kassetten bei Vollstau
- Verkehrslasten

Gruppe 2:

Seltene oder zeitlich begrenzte Einwirkungen:

- Außerplanmäßige Betriebs- und Belastungszustände.
- Schnellstmögliche Wasserspiegelsenkung: Diese Einwirkung kommt bei einem Sedimentationsbecken nicht vor.
- Auflandeteich bei Hochwasserstauziel

Gruppe 3:

Außergewöhnliche Einwirkungen:

- Der Erdbebenfall entfällt, da die Region Lage gemäß DIN EN 1998-1 NA [5] eine spektrale Antwortbeschleunigung $S_{ap,R} < 0,6 \text{ m/s}^2$ besitzt.

4.2 Gesamtstandsicherheit im Endzustand BS-P

Für die Berechnung der Standsicherheit im Endzustand wurden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation BS-P angesetzt.



Der Vollstau (inklusive Sediment) beträgt für Kassette I 119,00 m NHN, für Kassette II 112,90 m NHN und für Kassette III 116,85 m NHN. Diese Höhen beinhalten ein Mindestfreibord von 0,50 m.

Als Verkehrslasten (veränderliche Lasten) während des Betriebs wurden auf der Dammkrone 20,00 kN/m² angesetzt.

Die Ergebnisse sind in **Tabelle 1** dargestellt.

4.3 Gesamtstandsicherheit im Bauzustand BS-T

Für die Berechnung der Standsicherheit im Bauzustand wurden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation BS-T angesetzt.

Als zeitlich begrenzte Einwirkung wird eine Baumaschine mit der Lastannahme der Klasse SLW 60 (33,33 kN/m²) auf der Dammkrone gewählt.

Das Hochwasserstauziel wird in diesen Berechnungen dem Vollstau gleichgesetzt.

Die Ergebnisse sind in **Tabelle 1** dargestellt.

4.4 Ergebnisse

Tabelle 1: Ausnutzungsgrade μ der Standsicherheitsberechnungen

Bemessungssituation	Schnitt 1		Schnitt 2		Schnitt 3	
	Einstau in Kassette I	Einstau in Kassette II	Einstau in Kassette II	Kassette II geleert	Einstau in Kassette III	Einstau in Teich 3
BS-P	$\mu = 1,00$	$\mu = 0,81$	$\mu = 0,82$	$\mu = 0,99$	$\mu = 0,76$	$\mu = 0,95$
BS-T	$\mu = 0,96$	$\mu = 0,81$	$\mu = 0,78$	$\mu = 0,94$	$\mu = 0,72$	$\mu = 0,91$

Die Berechnungen der Standsicherheit (**Anlage 2 – 4**) ergeben in der schwächsten Gleitfuge einen Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1,00$ und halten die Bedingung $\mu \leq 1,00$ ein.



5 Zusammenfassung

Die Berechnungen und Ergebnisse besitzen nur Gültigkeit für die zugrunde gelegten geotechnischen Verhältnisse und Geometrien. Nach den vorliegenden Erkenntnissen wurden die ungünstigsten Fälle betrachtet.

Für die Dämme der Kassetten I - III zum Rübenerdeverbleib in Lage ist der Nachweis der Standsicherheit für den End- und Bauzustand unter oben genannten Bedingungen erbracht worden.

Sobald die endgültigen Materialien und Baugeräte für die Baumaßnahme feststehen, hat der Auftragnehmer auf Basis dieser vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine Ausführungsstatik zu erstellen. Diese Ausführungsstatik sollte von einem anerkannten Sachverständigen geprüft werden.

Essen, 30. September 2022

Berichtsverfasser:



i.A. Dipl.-Ing. Sven Hermann

ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE
BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH



Quellenverzeichnis

- [1] CEN Europäisches Komitee für Normung (2014):
DIN EN 1997-1 „Berechnung und Bemessung in der Geotechnik“
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2021):
DIN 1054 „Baugrund – Sicherheitshinweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2021):
DIN 4084 „Baugrund – Geländebruchberechnungen“
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2004):
DIN 19700 Teil 11 „Stauanlagen Teil 11 – Talsperren“
DIN 19700 Teil 15 „Stauanlagen Teil 15 – Sedimentationsbecken“
- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2021):
DIN EN 1998-1/ NA „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“
- [6] Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH, Detmold (2021):
„Hydrogeologische Standortuntersuchung für eine Erweiterungsfläche westlich der vorhandenen Auflandungsteiche in Lage“



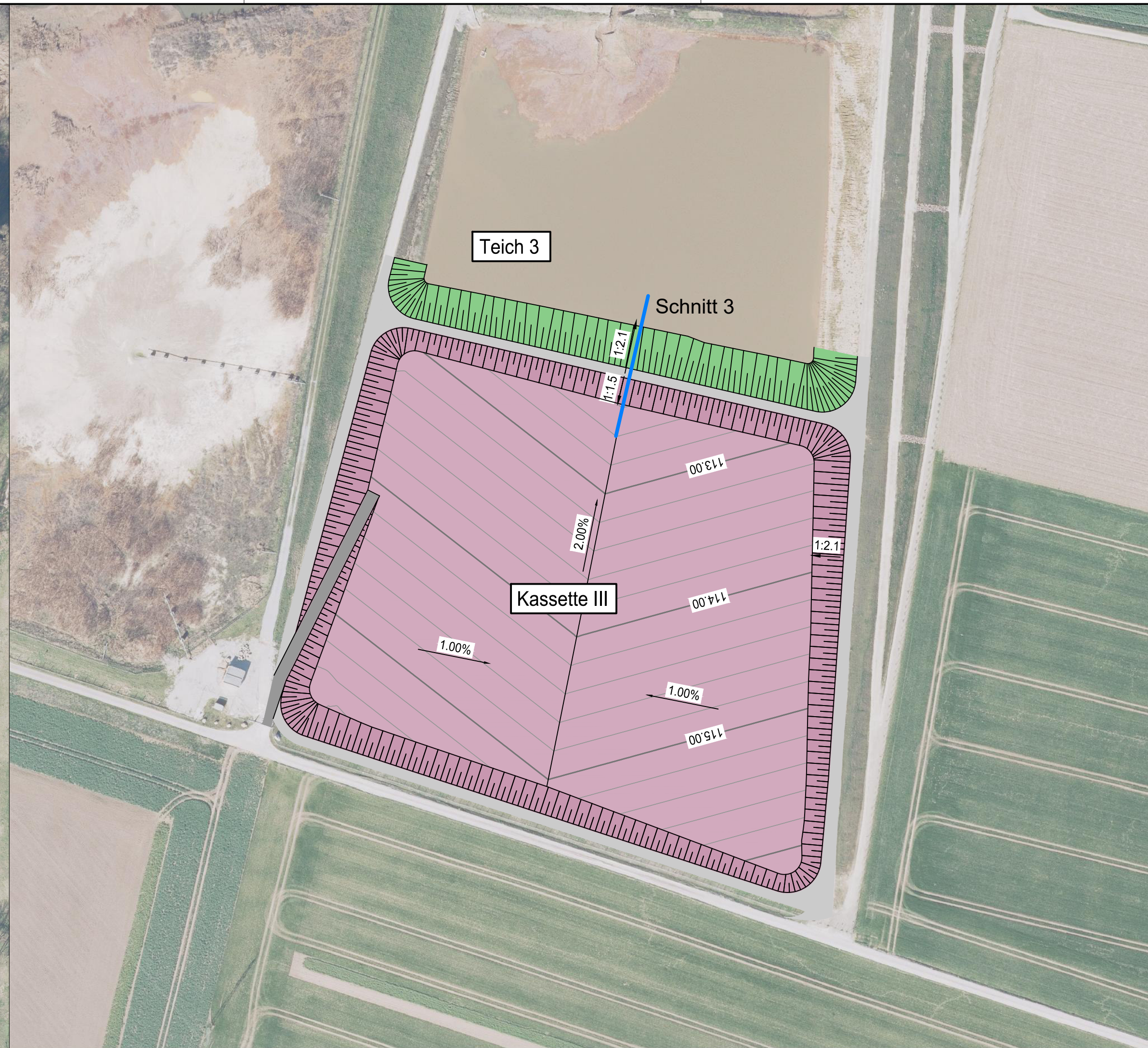
Anlage



Anlage 1

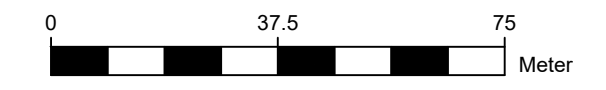
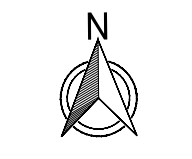
Lageplan Schnitten Standsicherheit





Legende:

-  Böschung begrünt
-  Böschung abgedichtet
-  abgedichtete Kassetten
-  Zufahrtbereiche / Rampe (Asphaltbauweise)
-  Wartungswege (Schotterbauweise)
-  Schnitte zur Standsicherheitsberechnung
-  Böschung Teich 3 (geotechnische Barriere)



Nr.: Änderung: Art, Umfang, Ursache Datum, Name

Auftraggeber:



Pfeifer & Langen

Projekt: **Kassettenverfahren - Rübenerdeauflandung** Blatt: **1**

Titel: **Lageplan mit Schnitten der Standsicherheitsberechnungen** Maßstab: **1:1250**

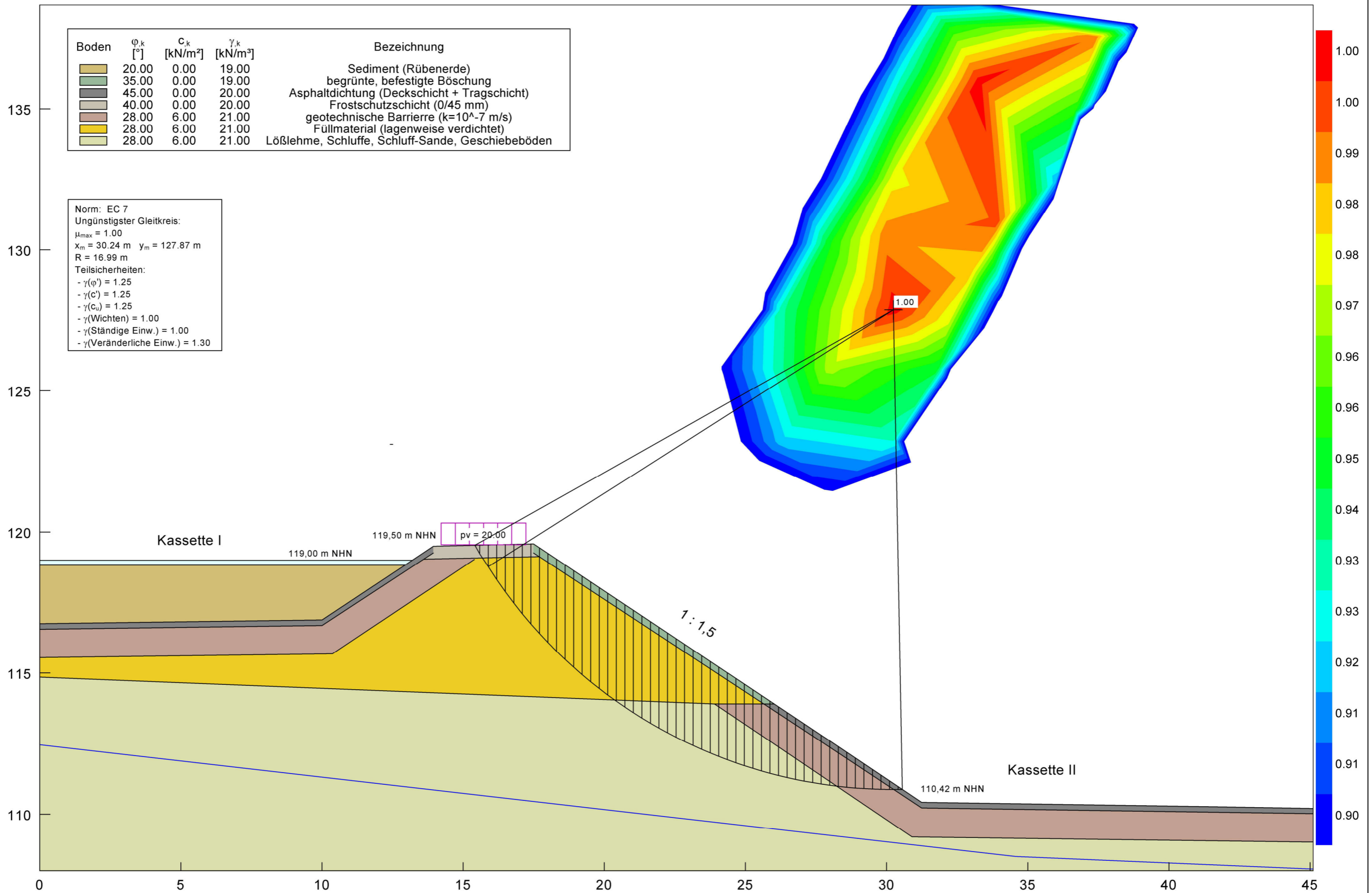
CAD-Name: ÜBERSICHTSLAGEPLAN	Planer: ASMUS + PRABUCKI • INGENIEURE
Projektnr.: A-2548	BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH
Größe: DIN A3.1	Carnaperhof 10 45329 Essen
Bearb.: Hermann 30.09.2022	Fon: 0201/72085-0
Gepr.: Hermann 30.09.2022	Fax: 0201/72085-99

© Copyright by API
Weitergabe und
Vervielfältigung ohne
schriftliche
Zustimmung verboten!

Anlage 2

Standsicherheit Schnitt 1





Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	118.830	2	12.940	118.830	3	13.940	119.500	4	17.490	119.580	5	31.240	110.420
6	41.240	110.270	7	50.000	110.120									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	35.00	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	29.26	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	38.66	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	116.750	10.000	116.880	1
2	10.000	116.880	12.940	118.830	1
3	17.490	119.260	25.650	113.900	2
4	25.650	113.900	26.010	113.900	2
5	0.000	116.550	10.000	116.680	3
6	10.000	116.680	13.940	119.260	3
7	25.650	113.900	31.240	110.220	3
8	31.240	110.220	50.000	109.950	3
9	13.610	119.040	17.693	119.127	4

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	0.000	115.550	10.370	115.680	5
11	10.370	115.680	15.397	119.028	5
12	0.000	114.850	23.900	113.900	6
13	23.900	113.900	25.650	113.900	6
14	23.900	113.900	30.900	109.200	5
15	30.900	109.200	50.000	108.950	5
16	0.000	107.000	50.000	107.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.450	2	34.570	108.500	3	50.000	107.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	14.22	17.22	119.55

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 119.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 22.6208 115.3071

x / y (Ende): 18.6745 110.5443

Anzahl Radien = 40

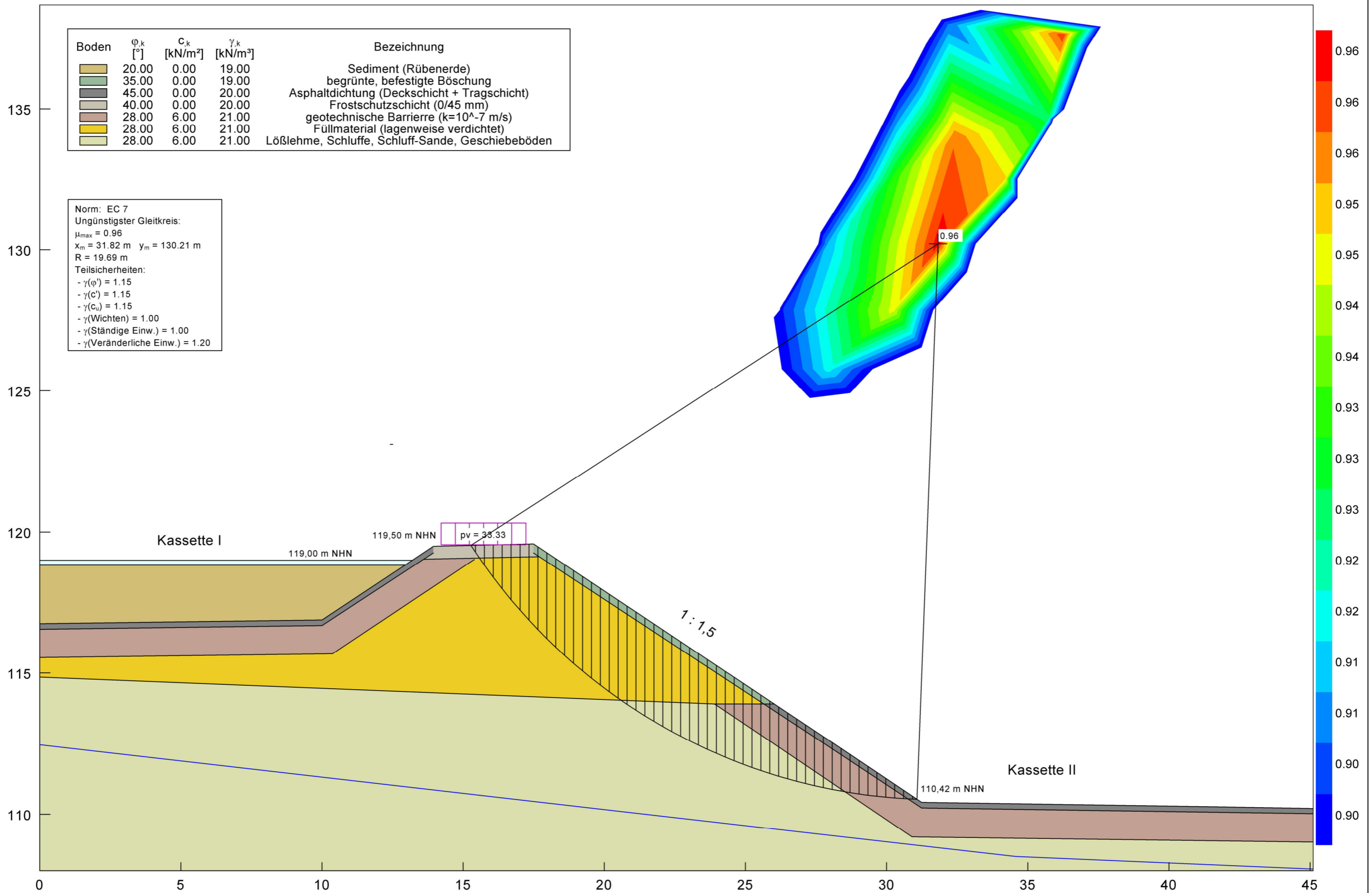
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	20.1712	134.6472	24.1493	50	0.4024	13560.314	33694.765	33694.8	0.0	13558.0	2.3
2	20.1712	130.2093	16.6036	50	0.4251	4118.005	9687.569	9687.6	0.0	4116.4	1.6
3	20.1712	125.7714	10.7472	50	0.5142	1840.054	3578.462	3578.5	0.0	1839.1	1.0
4	20.1712	121.3335	6.5052	52	0.6550	1346.980	2056.593	2056.6	0.0	1347.0	0.0
5	39.5920	112.4577	nicht berechnet								
6	39.5920	116.8956	nicht berechnet								
7	24.0554	134.6472	19.3932	50	0.6369	3110.061	4882.794	4882.8	0.0	3107.8	2.3
8	24.0554	130.2093	14.9711	50	0.7860	2602.362	3310.884	3310.9	0.0	2602.4	0.0
9	24.0554	125.7714	10.8416	50	0.8947	1833.201	2049.035	2049.0	0.0	1833.2	0.0
10	24.0554	121.3335	7.5137	52	0.8524	1516.386	1778.902	1778.9	0.0	1516.4	0.0
11	39.5920	130.2093	22.5854	51	0.2704	3641.295	13468.510	13468.5	0.0	3641.3	0.0
12	39.5920	121.3335	nicht berechnet								
13	27.9395	134.6472	20.4904	50	0.8731	4014.562	4598.291	4598.3	0.0	4014.6	0.0
14	27.9395	130.2093	17.0060	50	0.9503	4407.063	4637.439	4637.4	0.0	4407.1	0.0
15	27.9395	125.7714	13.7163	50	0.9686	4433.227	4576.875	4576.9	0.0	4433.2	0.0
16	27.9395	121.3335	10.8204	50	0.8941	4665.642	5218.344	5218.3	0.0	4665.6	0.0
17	27.9395	116.8956	6.2611	60	0.7605	1368.478	1799.395	1799.4	0.0	1368.5	0.0
18	39.5920	125.7714	nicht berechnet								
19	30.2829	139.4076	25.8713	50	0.8639	5433.107	6288.979	6289.0	0.0	5433.1	0.0
20	32.1916	127.3727	16.9467	50	0.9734	4834.180	4966.467	4966.5	0.0	4834.2	0.0
21	31.8237	125.7714	15.3267	50	0.9462	3905.052	4127.204	4127.2	0.0	3905.1	0.0
22	31.8237	121.3335	11.0005	52	0.8434	1436.751	1703.476	1703.5	0.0	1436.8	0.0
23	31.8237	116.8956	9.8654	61	0.5870	4392.736	7482.923	7482.9	0.0	4392.7	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

24	31.8237	112.4577	nicht berechnet									
25	37.4080	137.5332	27.7733	50	0.9924	7228.674	7283.892	7283.9	0.0	7228.7	0.0	
26	35.7079	130.2093	20.1422	50	0.8383	2429.757	2898.516	2898.5	0.0	2429.8	0.0	
27	35.7079	125.7714	18.7359	50	0.5194	8492.108	16349.685	16349.7	0.0	8492.1	0.0	
28	35.7079	121.3335	nicht berechnet									
29	35.7079	116.8956	nicht berechnet									
30	35.7079	112.4577	nicht berechnet									
31	39.5920	134.6472	26.5035	50	0.3778	6133.045	16232.778	16232.8	0.0	6133.0	0.0	
32	22.3380	132.5205	17.2158	50	0.5524	2698.063	4884.232	4884.2	0.0	2696.1	2.0	
33	22.3380	127.8659	12.5620	50	0.7089	2288.739	3228.494	3228.5	0.0	2288.7	0.0	
34	22.3380	123.2113	7.9093	50	0.8541	1250.331	1463.994	1464.0	0.0	1250.3	0.0	
35	22.3380	118.5568	5.3426	63	0.7043	1582.382	2246.718	2246.7	0.0	1582.4	0.0	
36	38.1475	113.9022	nicht berechnet									
37	26.2904	132.5205	17.7417	50	0.8531	3085.059	3616.394	3616.4	0.0	3085.1	0.0	
38	26.2904	127.8659	13.9597	50	0.9360	3002.882	3208.212	3208.2	0.0	3002.9	0.0	
39	26.2904	123.2113	10.9892	50	0.9213	3737.519	4056.863	4056.9	0.0	3737.5	0.0	
40	26.2904	118.5568	8.2857	53	0.7896	4212.379	5334.942	5334.9	0.0	4212.4	0.0	
41	38.1475	118.5568	nicht berechnet									
42	30.2428	132.5205	20.6283	50	0.9771	7404.500	7577.910	7577.9	0.0	7404.5	0.0	
43	30.2428	127.8659	16.9928	50	1.0043	6968.200	6938.268	6938.3	0.0	6968.2	0.0	
44	30.2428	123.2113	12.8327	50	0.9310	4014.959	4312.308	4312.3	0.0	4015.0	0.0	
45	30.2428	118.5568	8.2858	55	0.8351	1360.594	1629.288	1629.3	0.0	1360.6	0.0	
46	30.2428	113.9022	nicht berechnet									
47	33.7339	129.8221	19.5171	50	0.9642	4852.926	5033.122	5033.1	0.0	4852.9	0.0	
48	34.1951	127.8659	17.5424	50	0.8742	2430.671	2780.381	2780.4	0.0	2430.7	0.0	
49	34.1951	123.2113	16.1220	50	0.5710	7873.659	13788.221	13788.2	0.0	7873.7	0.0	
50	34.1951	118.5568	nicht berechnet									
51	34.1951	113.9022	nicht berechnet									
52	38.1475	132.5205	25.1903	50	0.5048	11676.717	23130.058	23130.1	0.0	11676.7	0.0	
53	38.1475	127.8659	20.7316	51	0.3697	5726.248	15490.718	15490.7	0.0	5726.2	0.0	
54	38.1475	123.2113	nicht berechnet									
55	22.4584	136.2673	23.2284	50	0.4935	7559.057	15316.377	15316.4	0.0	7556.5	2.5	
56	26.1098	136.0579	21.0421	50	0.7473	3480.581	4657.334	4657.3	0.0	3480.6	0.0	
57	30.5236	136.4766	23.6316	50	0.9263	6139.365	6628.091	6628.1	0.0	6139.4	0.0	
58	29.9237	130.5932	18.7555	50	0.9898	6499.498	6566.773	6566.8	0.0	6499.5	0.0	
59	38.5488	136.3196	26.8307	50	0.8573	3906.896	4557.267	4557.3	0.0	3906.9	0.0	
60	39.8574	138.3950	29.1214	50	0.8192	3583.702	4374.464	4374.5	0.0	3583.7	0.0	
61	38.4513	137.6239	28.1328	50	0.9336	5713.994	6120.676	6120.7	0.0	5714.0	0.0	
62	32.1688	137.9944	25.8092	50	0.9492	7320.208	7712.005	7712.0	0.0	7320.2	0.0	
63	27.9155	137.7327	23.1841	50	0.8038	3988.743	4962.296	4962.3	0.0	3988.7	0.0	
64	36.0018	132.4530	22.5222	50	0.9201	4205.834	4570.945	4570.9	0.0	4205.8	0.0	
65	33.9607	131.0014	20.7519	50	0.9956	5930.241	5956.608	5956.6	0.0	5930.2	0.0	
66	33.2803	135.9910	25.2423	50	1.0038	10360.825	10321.271	10321.3	0.0	10360.8	0.0	
67	33.0535	129.3231	19.0173	50	0.9821	5744.278	5848.845	5848.8	0.0	5744.3	0.0	
68	37.2719	135.1745	25.4576	50	0.9212	4924.770	5345.757	5345.8	0.0	4924.8	0.0	
69	36.6822	134.9477	25.0813	50	0.9545	5545.866	5810.016	5810.0	0.0	5545.9	0.0	

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
43	30.2428	127.8659	16.9928	50	1.0043	6968.200	6938.268	6938.3	0.0	6968.2	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	118.830	2	12.940	118.830	3	13.940	119.500	4	17.490	119.580	5	31.240	110.420
6	41.240	110.270	7	50.000	110.120									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	35.00	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	31.34	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	41.01	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	116.750	10.000	116.880	1
2	10.000	116.880	12.940	118.830	1
3	17.490	119.260	25.650	113.900	2
4	25.650	113.900	26.010	113.900	2
5	0.000	116.550	10.000	116.680	3
6	10.000	116.680	13.940	119.260	3
7	25.650	113.900	31.240	110.220	3
8	31.240	110.220	50.000	109.950	3
9	13.610	119.040	17.693	119.127	4

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	0.000	115.550	10.370	115.680	5
11	10.370	115.680	15.397	119.028	5
12	0.000	114.850	23.900	113.900	6
13	23.900	113.900	25.650	113.900	6
14	23.900	113.900	30.900	109.200	5
15	30.900	109.200	50.000	108.950	5
16	0.000	107.000	50.000	107.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.450	2	34.570	108.500	3	50.000	107.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	14.22	17.22	119.55

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 119.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 22.1672 115.3071

x / y (Ende): 17.4498 110.0000

Anzahl Radian = 40

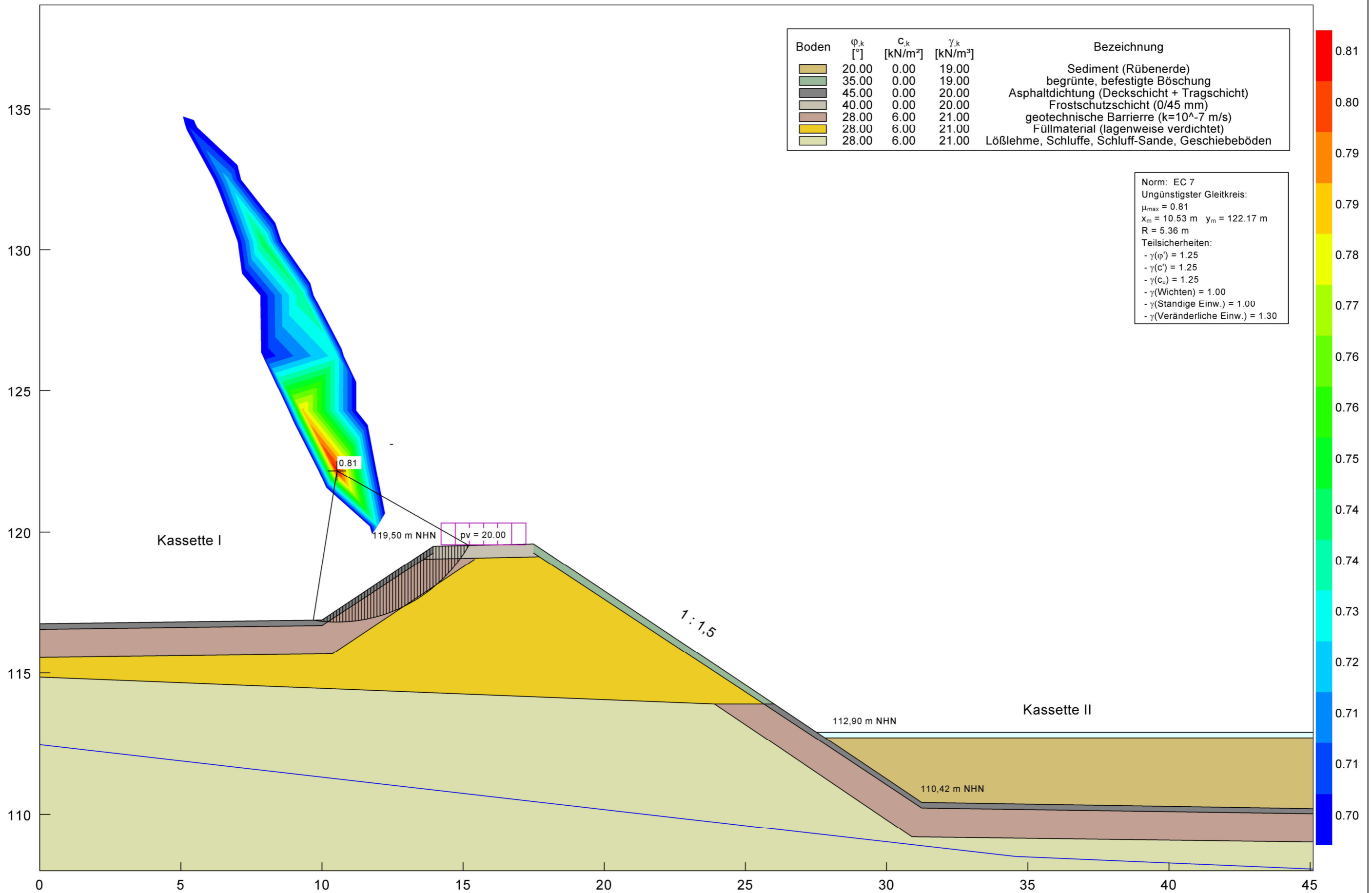
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	20.1712	134.6472	24.7970	50	0.3715	15842.682	42649.905	42649.9	0.0	15840.4	2.3
2	20.1712	130.2093	16.6422	50	0.3911	4176.614	10679.919	10679.9	0.0	4175.0	1.6
3	20.1712	125.7714	10.6530	50	0.4889	1859.075	3802.537	3802.5	0.0	1858.1	1.0
4	20.1712	121.3335	6.3483	52	0.6676	1450.726	2172.972	2173.0	0.0	1450.7	0.0
5	39.5920	112.4577	nicht berechnet								
6	39.5920	116.8956	nicht berechnet								
7	24.0554	134.6472	19.4321	50	0.5960	3284.987	5511.405	5511.4	0.0	3282.7	2.3
8	24.0554	130.2093	15.0213	50	0.7597	3017.732	3972.514	3972.5	0.0	3017.7	0.0
9	24.0554	125.7714	10.7949	50	0.8718	1987.769	2280.158	2280.2	0.0	1987.8	0.0
10	24.0554	121.3335	8.0159	53	0.8100	2283.441	2819.211	2819.2	0.0	2283.4	0.0
11	39.5920	130.2093	nicht berechnet								
12	39.5920	121.3335	nicht berechnet								
13	27.9395	134.6472	20.5133	50	0.8443	4578.607	5422.882	5422.9	0.0	4578.6	0.0
14	27.9395	130.2093	16.9994	50	0.9119	4807.490	5271.762	5271.8	0.0	4807.5	0.0
15	27.9395	125.7714	13.8732	50	0.9172	5101.189	5561.912	5561.9	0.0	5101.2	0.0
16	27.9395	121.3335	11.0066	51	0.8352	5279.669	6321.069	6321.1	0.0	5279.7	0.0
17	27.9395	116.8956	6.8077	61	0.7062	2011.161	2847.857	2847.9	0.0	2011.2	0.0
18	39.5920	125.7714	nicht berechnet								
19	30.2829	139.4076	25.7630	50	0.8317	5722.118	6880.412	6880.4	0.0	5722.1	0.0
20	31.8237	130.2093	19.6940	50	0.9649	8645.084	8960.012	8960.0	0.0	8645.1	0.0
21	31.8237	125.7714	15.4815	50	0.8691	4348.739	5003.475	5003.5	0.0	4348.7	0.0
22	31.8237	121.3335	11.3827	52	0.7171	2037.872	2841.634	2841.6	0.0	2037.9	0.0
23	31.8237	116.8956	9.7863	61	0.5397	4092.696	7582.688	7582.7	0.0	4092.7	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

24	31.8237	112.4577	nicht berechnet									
25	35.7079	134.6472	24.4921	50	0.9265	6533.776	7052.248	7052.2	0.0	6533.8	0.0	
26	35.7079	130.2093	20.1352	50	0.7695	2407.634	3128.834	3128.8	0.0	2407.6	0.0	
27	35.7079	125.7714	18.6910	50	0.4758	8284.544	17411.358	17411.4	0.0	8284.5	0.0	
28	35.7079	121.3335	nicht berechnet									
29	35.7079	116.8956	nicht berechnet									
30	35.7079	112.4577	nicht berechnet									
31	39.5920	134.6472	26.5645	50	0.3525	6442.032	18273.808	18273.8	0.0	6442.0	0.0	
32	22.3380	132.5205	17.3601	50	0.5058	2874.904	5683.943	5683.9	0.0	2872.9	2.0	
33	22.3380	127.8659	12.5600	50	0.6864	2540.101	3700.439	3700.4	0.0	2540.1	0.0	
34	22.3380	123.2113	7.9061	50	0.8377	1406.832	1679.305	1679.3	0.0	1406.8	0.0	
35	22.3380	118.5568	5.2343	62	0.6741	1604.088	2379.547	2379.5	0.0	1604.1	0.0	
36	38.1475	113.9022	nicht berechnet									
37	26.2904	132.5205	17.7004	50	0.8301	3427.732	4129.421	4129.4	0.0	3427.7	0.0	
38	26.2904	127.8659	14.2257	50	0.9017	3902.864	4328.343	4328.3	0.0	3902.9	0.0	
39	26.2904	123.2113	11.0095	50	0.8693	3926.341	4516.761	4516.8	0.0	3926.3	0.0	
40	26.2904	118.5568	8.2476	53	0.7374	4166.772	5650.322	5650.3	0.0	4166.8	0.0	
41	38.1475	118.5568	nicht berechnet									
42	30.2428	132.5205	20.2188	50	0.9342	6394.585	6844.788	6844.8	0.0	6394.6	0.0	
43	30.2428	127.8659	17.0440	50	0.9474	7501.322	7917.680	7917.7	0.0	7501.3	0.0	
44	30.2428	123.2113	12.8954	50	0.8592	4176.442	4861.055	4861.1	0.0	4176.4	0.0	
45	30.2428	118.5568	8.7049	56	0.7363	1886.105	2561.680	2561.7	0.0	1886.1	0.0	
46	30.2428	113.9022	nicht berechnet									
47	34.1951	132.5205	22.2357	50	0.9505	7229.287	7605.896	7605.9	0.0	7229.3	0.0	
48	34.1951	127.8659	17.5670	50	0.8088	2499.197	3089.910	3089.9	0.0	2499.2	0.0	
49	34.1951	123.2113	16.1269	52	0.5237	7827.779	14947.572	14947.6	0.0	7827.8	0.0	
50	34.1951	118.5568	nicht berechnet									
51	34.1951	113.9022	nicht berechnet									
52	38.1475	132.5205	25.2626	50	0.4735	12313.127	26003.289	26003.3	0.0	12313.1	0.0	
53	38.1475	127.8659	20.8511	51	0.3460	6120.185	17688.341	17688.3	0.0	6120.2	0.0	
54	38.1475	123.2113	nicht berechnet									
55	22.4584	136.2673	23.1291	50	0.4540	7304.956	16089.608	16089.6	0.0	7302.4	2.5	
56	26.1098	136.0579	21.1221	50	0.7169	4037.059	5631.002	5631.0	0.0	4037.1	0.0	
57	30.5236	136.4766	23.6054	50	0.8881	6677.798	7519.415	7519.4	0.0	6677.8	0.0	
58	32.4184	133.9498	23.1914	50	0.9577	10647.873	11117.837	11117.8	0.0	10647.9	0.0	
59	38.5488	136.3196	26.8209	50	0.7862	3858.097	4907.084	4907.1	0.0	3858.1	0.0	
60	39.8574	138.3950	29.2632	50	0.7877	4352.735	5525.935	5525.9	0.0	4352.7	0.0	
61	36.2740	137.6239	27.6312	50	0.9617	9723.023	10110.739	10110.7	0.0	9723.0	0.0	
62	32.1688	137.9944	25.8192	50	0.9064	8048.679	8879.474	8879.5	0.0	8048.7	0.0	
63	27.9155	137.7327	23.1507	50	0.7786	4426.656	5685.349	5685.3	0.0	4426.7	0.0	

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
20	31.8237	130.2093	19.6940	50	0.9649	8645.084	8960.012	8960.0	0.0	8645.1	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	116.750	2	10.000	116.880	3	13.940	119.500	4	17.490	119.580	5	27.820	112.700
6	41.240	112.700	7	50.000	112.700									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	35.00	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	29.26	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	38.66	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	27.820	112.700	31.240	110.420	1
2	31.240	110.420	50.000	110.120	1
3	17.490	119.260	25.650	113.900	2
4	25.650	113.900	26.010	113.900	2
5	0.000	116.550	10.000	116.680	3
6	10.000	116.680	13.940	119.260	3
7	25.650	113.900	31.240	110.220	3
8	31.240	110.220	50.000	109.950	3
9	13.610	119.040	17.693	119.127	4

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	0.000	115.550	10.370	115.680	5
11	10.370	115.680	15.397	119.028	5
12	0.000	114.850	23.900	113.900	6
13	23.900	113.900	25.650	113.900	6
14	23.900	113.900	30.900	109.200	5
15	30.900	109.200	50.000	108.950	5
16	0.000	107.000	50.000	107.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.450	2	34.570	108.500	3	50.000	107.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	14.22	17.22	119.55

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 111.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 112.90

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 12.2788 118.0286

x / y (Ende): 13.1860 116.9854

Anzahl Radian = 40

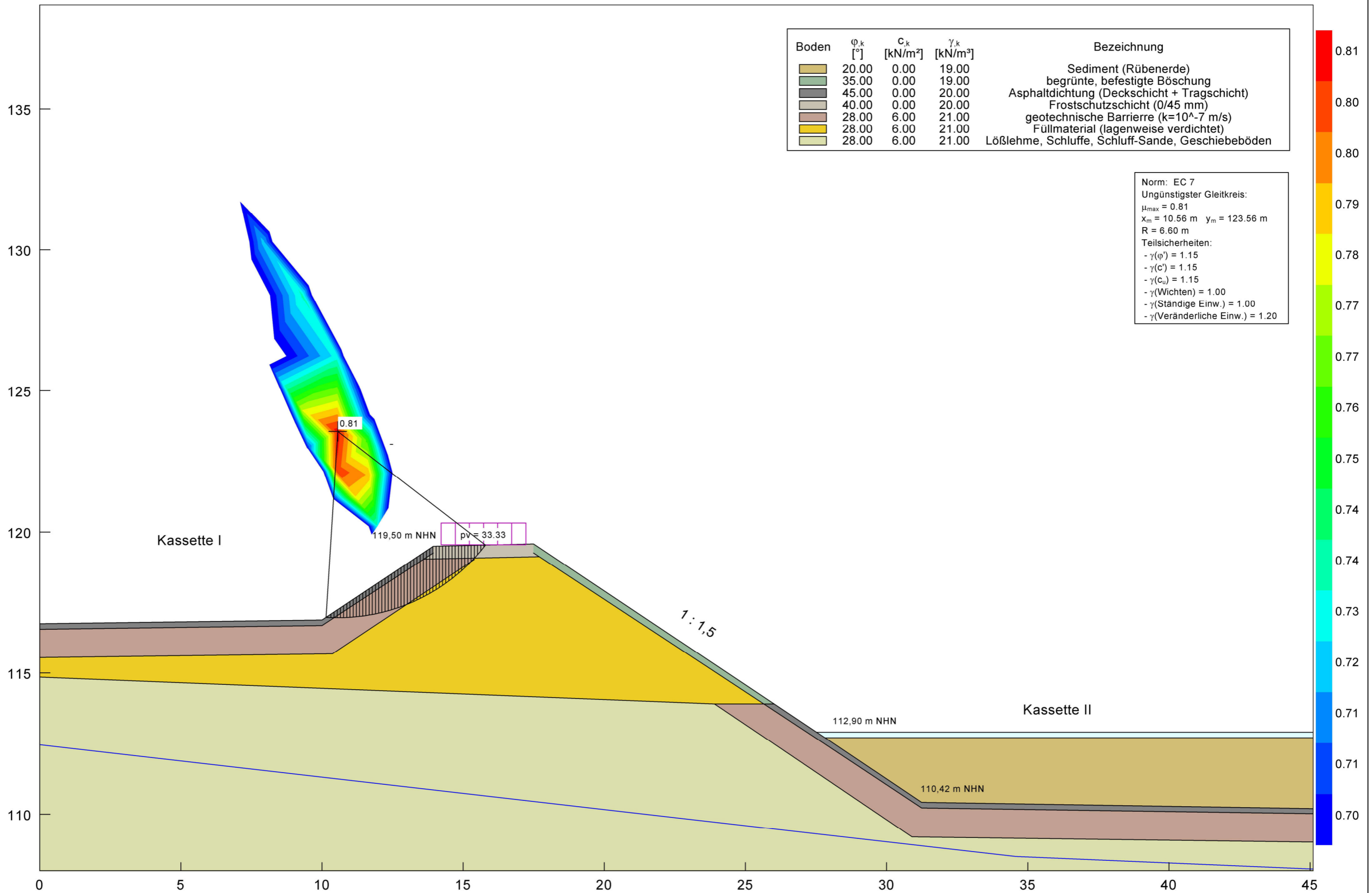
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.0771	138.3950	Kein Schnitt mit Gelände								
2	0.0771	134.3399	Kein Schnitt mit Gelände								
3	0.0771	130.2848	Kein Schnitt mit Gelände								
4	0.0771	126.2296	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.0771	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
6	0.0771	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
7	2.6898	138.3950	22.7109	50	0.6235	644.298	1033.365	1033.4	0.0	644.3	0.0
8	2.6898	134.3399	18.9211	50	0.5551	312.369	562.708	562.7	0.0	312.4	0.0
9	2.6898	130.2848	Kein Schnitt mit Gelände								
10	2.6898	126.2296	Kein Schnitt mit Gelände								
11	2.6898	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
12	2.6898	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
13	5.3025	138.3950	22.0107	50	0.6633	1249.290	1883.444	1883.4	0.0	1249.3	0.0
14	5.3025	134.3399	18.0707	50	0.7036	805.773	1145.274	1145.3	0.0	805.8	0.0
15	5.3025	130.2848	14.1704	50	0.6064	288.039	475.029	475.0	0.0	288.0	0.0
16	5.3025	126.2296	10.8360	51	0.1085	205.734	1897.034	1897.0	0.0	205.7	0.0
17	5.3025	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
18	5.3025	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
19	7.9152	138.3950	21.4388	50	0.5088	1131.784	2224.354	2224.4	0.0	1131.8	0.0
20	7.9152	134.3399	17.5737	50	0.6342	1219.738	1923.265	1923.3	0.0	1219.7	0.0
21	7.9152	130.2848	13.5606	50	0.7442	905.973	1217.336	1217.3	0.0	906.0	0.0
22	7.9152	126.2296	9.5600	50	0.6984	314.005	449.594	449.6	0.0	314.0	0.0
23	7.9152	122.1745	7.3621	51	0.3620	739.514	2042.977	2043.0	0.0	739.5	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

24	7.9152	118.1194	5.3914	71	0.3431	1038.570	3027.415	3027.4	0.0	1038.6	0.0
25	10.5280	138.3950	21.5174	50	0.3389	1131.567	3339.102	3339.1	0.0	1131.6	0.0
26	10.5280	134.3399	17.4705	50	0.3939	995.079	2525.981	2526.0	0.0	995.1	0.0
27	10.5280	130.2848	13.0306	50	0.5516	815.309	1478.151	1478.2	0.0	815.3	0.0
28	10.5280	126.2296	9.3722	50	0.7286	921.960	1265.449	1265.4	0.0	922.0	0.0
29	10.5280	122.1745	5.3648	50	0.8078	350.633	434.070	434.1	0.0	350.6	0.0
30	10.5280	118.1194	2.8330	68	0.5063	312.166	616.503	616.5	0.0	312.2	0.0
31	13.1407	138.3950	21.2303	50	0.1741	601.617	3456.408	3456.4	0.0	601.6	0.0
32	13.1407	134.3399	17.1760	50	0.2051	553.774	2699.484	2699.5	0.0	553.8	0.0
33	13.1407	130.2848	13.1222	50	0.2493	487.917	1957.261	1957.3	0.0	487.9	0.0
34	13.1407	126.2296	8.2462	50	0.3838	267.147	696.123	696.1	0.0	267.1	0.0
35	13.1407	122.1745	4.2345	50	0.6003	196.611	327.537	327.5	0.0	196.6	0.0
36	11.9613	120.2059	3.1342	51	0.7254	200.153	275.927	275.9	0.0	200.2	0.0
37	1.3472	136.5807	Kein Schnitt mit Gelände								
38	1.3472	132.4870	Kein Schnitt mit Gelände								
39	1.3472	128.3933	Kein Schnitt mit Gelände								
40	1.3472	124.2996	Kein Schnitt mit Gelände								
41	1.3472	120.2059	Kein Schnitt mit Gelände								
42	4.0007	136.5807	20.5804	50	0.6636	724.480	1091.746	1091.7	0.0	724.5	0.0
43	4.0007	132.4870	16.6944	50	0.5880	316.003	537.413	537.4	0.0	316.0	0.0
44	4.0007	128.3933	Kein Schnitt mit Gelände								
45	4.0007	124.2996	Kein Schnitt mit Gelände								
46	4.0007	120.2059	Kein Schnitt mit Gelände								
47	6.6543	136.5807	19.9571	50	0.6434	1242.826	1931.655	1931.7	0.0	1242.8	0.0
48	6.6543	132.4870	15.9388	50	0.7205	861.956	1196.290	1196.3	0.0	862.0	0.0
49	6.6543	128.3933	11.9616	50	0.6637	329.926	497.092	497.1	0.0	329.9	0.0
50	6.6543	124.2996	9.8062	51	0.3092	1061.030	3431.334	3431.3	0.0	1061.0	0.0
51	6.6543	120.2059	6.5318	57	0.2167	518.672	2393.032	2393.0	0.0	518.7	0.0
52	9.3078	136.5807	19.7083	50	0.4411	1123.158	2546.430	2546.4	0.0	1123.2	0.0
53	9.3078	132.4870	15.5223	50	0.5876	1092.747	1859.776	1859.8	0.0	1092.7	0.0
54	9.3078	128.3933	11.5106	50	0.7386	931.779	1261.492	1261.5	0.0	931.8	0.0
55	9.3078	124.2996	7.4415	50	0.7850	356.986	454.733	454.7	0.0	357.0	0.0
56	9.3078	120.2059	5.0411	51	0.4442	492.001	1107.510	1107.5	0.0	492.0	0.0
57	11.9613	136.5807	19.6335	50	0.2684	879.956	3278.623	3278.6	0.0	880.0	0.0
58	11.9613	132.4870	15.5499	50	0.3190	785.512	2462.358	2462.4	0.0	785.5	0.0
59	11.9613	128.3933	10.6731	50	0.4535	448.975	989.923	989.9	0.0	449.0	0.0
60	11.9613	124.2996	6.7054	50	0.6614	417.238	630.881	630.9	0.0	417.2	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
29	10.5280	122.1745	5.3648	50	0.8078	350.633	434.070	434.1	0.0	350.6	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	116.750	2	10.000	116.880	3	13.940	119.500	4	17.490	119.580	5	27.820	112.700
6	41.240	112.700	7	50.000	112.700									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	35.00	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	31.34	0.00	19.00	begrünte, befestigte Böschung
3	41.01	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	27.820	112.700	31.240	110.420	1
2	31.240	110.420	50.000	110.120	1
3	17.490	119.260	25.650	113.900	2
4	25.650	113.900	26.010	113.900	2
5	0.000	116.550	10.000	116.680	3
6	10.000	116.680	13.940	119.260	3
7	25.650	113.900	31.240	110.220	3
8	31.240	110.220	50.000	109.950	3
9	13.610	119.040	17.693	119.127	4

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	0.000	115.550	10.370	115.680	5
11	10.370	115.680	15.397	119.028	5
12	0.000	114.850	23.900	113.900	6
13	23.900	113.900	25.650	113.900	6
14	23.900	113.900	30.900	109.200	5
15	30.900	109.200	50.000	108.950	5
16	0.000	107.000	50.000	107.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.450	2	34.570	108.500	3	50.000	107.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	14.22	17.22	119.55

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 111.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 112.90

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 12.2788 118.0286

x / y (Ende): 13.1860 116.9854

Anzahl Radian = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.0771	138.3950	Kein Schnitt mit Gelände								
2	0.0771	134.3399	Kein Schnitt mit Gelände								
3	0.0771	130.2848	Kein Schnitt mit Gelände								
4	0.0771	126.2296	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.0771	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
6	0.0771	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
7	2.6898	138.3950	22.7109	50	0.6026	705.833	1171.387	1171.4	0.0	705.8	0.0
8	2.6898	134.3399	18.9211	50	0.5373	348.569	648.734	648.7	0.0	348.6	0.0
9	2.6898	130.2848	Kein Schnitt mit Gelände								
10	2.6898	126.2296	Kein Schnitt mit Gelände								
11	2.6898	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
12	2.6898	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
13	5.3025	138.3950	22.0107	50	0.6337	1354.097	2136.810	2136.8	0.0	1354.1	0.0
14	5.3025	134.3399	18.0707	50	0.6678	816.598	1222.762	1222.8	0.0	816.6	0.0
15	5.3025	130.2848	14.1704	50	0.5882	324.734	552.091	552.1	0.0	324.7	0.0
16	5.3025	126.2296	10.8360	51	0.0998	205.752	2061.867	2061.9	0.0	205.8	0.0
17	5.3025	122.1745	Kein Schnitt mit Gelände								
18	5.3025	118.1194	Kein Schnitt mit Gelände								
19	7.9152	138.3950	21.4388	50	0.4481	1036.984	2314.101	2314.1	0.0	1037.0	0.0
20	7.9152	134.3399	17.5737	50	0.6048	1305.099	2157.937	2157.9	0.0	1305.1	0.0
21	7.9152	130.2848	13.5606	50	0.7213	991.696	1374.855	1374.9	0.0	991.7	0.0
22	7.9152	126.2296	9.5600	50	0.6812	360.123	528.634	528.6	0.0	360.1	0.0
23	7.9152	122.1745	7.3965	51	0.3604	848.366	2354.063	2354.1	0.0	848.4	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

24	7.9152	118.1194	5.3657	72	0.3271	1083.074	3310.831	3310.8	0.0	1083.1	0.0
25	10.5280	138.3950	21.5174	50	0.3118	1131.567	3629.458	3629.5	0.0	1131.6	0.0
26	10.5280	134.3399	17.4705	50	0.3624	995.079	2745.632	2745.6	0.0	995.1	0.0
27	10.5280	130.2848	13.0306	50	0.5246	859.844	1638.898	1638.9	0.0	859.8	0.0
28	10.5280	126.2296	9.0640	50	0.7292	853.597	1170.549	1170.5	0.0	853.6	0.0
29	10.5280	122.1745	5.3648	50	0.8055	407.641	506.090	506.1	0.0	407.6	0.0
30	10.5280	118.1194	2.8899	67	0.4833	351.388	726.993	727.0	0.0	351.4	0.0
31	13.1407	138.3950	21.2303	50	0.1601	601.617	3756.965	3757.0	0.0	601.6	0.0
32	13.1407	134.3399	17.1760	50	0.1887	553.774	2934.222	2934.2	0.0	553.8	0.0
33	13.1407	130.2848	13.1222	50	0.2293	487.917	2127.457	2127.5	0.0	487.9	0.0
34	13.1407	126.2296	8.2462	50	0.3658	280.720	767.394	767.4	0.0	280.7	0.0
35	13.1407	122.1745	4.2345	50	0.6253	248.139	396.827	396.8	0.0	248.1	0.0
36	11.9613	120.2059	3.2276	51	0.7315	261.661	357.727	357.7	0.0	261.7	0.0
37	1.3472	136.5807	Kein Schnitt mit Gelände								
38	1.3472	132.4870	Kein Schnitt mit Gelände								
39	1.3472	128.3933	Kein Schnitt mit Gelände								
40	1.3472	124.2996	Kein Schnitt mit Gelände								
41	1.3472	120.2059	Kein Schnitt mit Gelände								
42	4.0007	136.5807	20.5804	50	0.6364	771.736	1212.592	1212.6	0.0	771.7	0.0
43	4.0007	132.4870	16.6944	50	0.5711	357.557	626.044	626.0	0.0	357.6	0.0
44	4.0007	128.3933	Kein Schnitt mit Gelände								
45	4.0007	124.2996	Kein Schnitt mit Gelände								
46	4.0007	120.2059	Kein Schnitt mit Gelände								
47	6.6543	136.5807	19.9571	50	0.6044	1283.936	2124.418	2124.4	0.0	1283.9	0.0
48	6.6543	132.4870	15.9388	50	0.6829	866.964	1269.527	1269.5	0.0	867.0	0.0
49	6.6543	128.3933	11.9616	50	0.6462	379.198	586.844	586.8	0.0	379.2	0.0
50	6.6543	124.2996	9.8062	51	0.3068	1173.685	3825.269	3825.3	0.0	1173.7	0.0
51	6.6543	120.2059	6.4379	57	0.1919	461.384	2404.314	2404.3	0.0	461.4	0.0
52	9.3078	136.5807	19.7083	50	0.3956	1072.679	2711.692	2711.7	0.0	1072.7	0.0
53	9.3078	132.4870	15.5223	50	0.5658	1191.397	2105.605	2105.6	0.0	1191.4	0.0
54	9.3078	128.3933	11.5423	50	0.7346	1179.803	1605.972	1606.0	0.0	1179.8	0.0
55	9.3078	124.2996	7.4415	50	0.7780	416.063	534.801	534.8	0.0	416.1	0.0
56	9.3078	120.2059	5.0411	50	0.4284	526.940	1230.035	1230.0	0.0	526.9	0.0
57	11.9613	136.5807	19.6335	50	0.2469	879.956	3563.721	3563.7	0.0	880.0	0.0
58	11.9613	132.4870	15.5499	50	0.2935	785.512	2676.476	2676.5	0.0	785.5	0.0
59	11.9613	128.3933	10.6731	50	0.4314	472.492	1095.322	1095.3	0.0	472.5	0.0
60	11.9613	124.2996	6.9328	50	0.6698	631.164	942.274	942.3	0.0	631.2	0.0
61	9.4665	122.1110	6.0578	50	0.5644	519.491	920.369	920.4	0.0	519.5	0.0
62	10.5552	123.5625	6.6009	50	0.8107	577.492	712.335	712.3	0.0	577.5	0.0
63	11.6438	122.0203	4.6844	50	0.7910	347.390	439.173	439.2	0.0	347.4	0.0
64	10.4191	121.2038	4.6353	50	0.7025	328.500	467.631	467.6	0.0	328.5	0.0
65	11.1902	121.2492	4.5115	50	0.7846	404.727	515.838	515.8	0.0	404.7	0.0
66	9.5119	123.0182	6.2487	50	0.7074	304.984	431.111	431.1	0.0	305.0	0.0
67	9.4665	121.0677	5.5227	50	0.4929	568.986	1154.312	1154.3	0.0	569.0	0.0
68	11.5984	123.2450	5.7394	50	0.7608	429.395	564.407	564.4	0.0	429.4	0.0

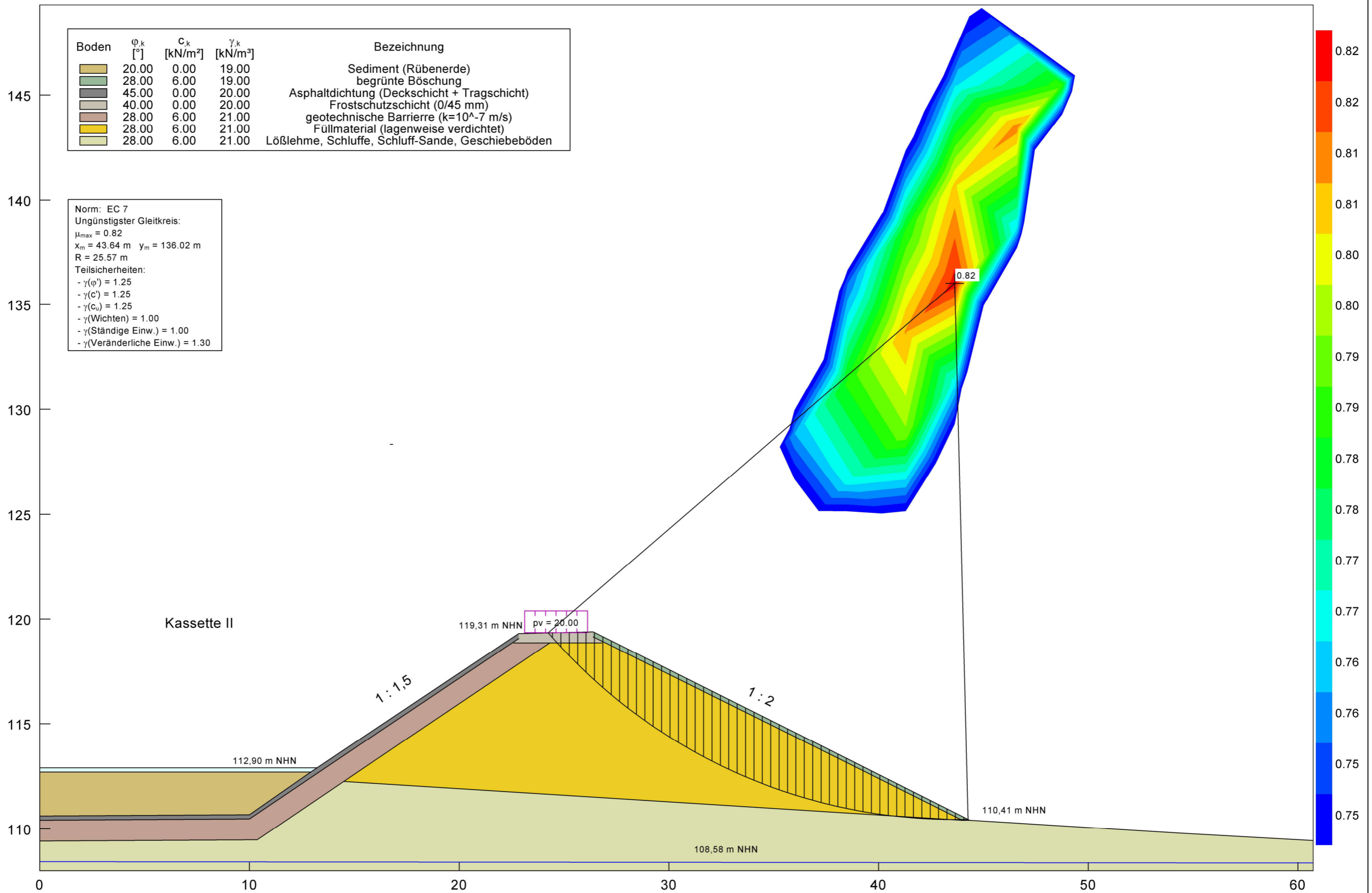
Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
62	10.5552	123.5625	6.6009	50	0.8107	577.492	712.335	712.3	0.0	577.5	0.0

Anlage 3

Standicherheit Schnitt 2





Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.700	2	12.920	112.700	3	22.840	119.310	4	26.390	119.390	5	44.350	110.410
6	54.350	109.790	7	65.000	109.200									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	28.00	6.00	19.00	begrünte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	23.04	4.80	19.00	begrünte Böschung
3	38.66	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	110.610	10.000	110.670	1
2	10.000	110.670	12.920	112.700	1
3	26.390	119.150	43.990	110.410	2
4	43.990	110.410	44.350	110.410	2
5	0.000	110.410	10.000	110.470	3
6	10.000	110.470	22.840	119.070	3
7	22.600	118.860	26.810	118.860	4
8	0.000	109.410	10.370	109.470	5
9	10.370	109.470	24.320	118.860	5

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	14.500	112.250	43.990	110.410	6
11	0.000	108.000	65.000	108.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	108.430	2	65.000	108.360

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	23.12	26.12	119.35

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 112.90
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 33.3820 113.8294

x / y (Ende): 29.9015 109.2499

Anzahl Radien = 40

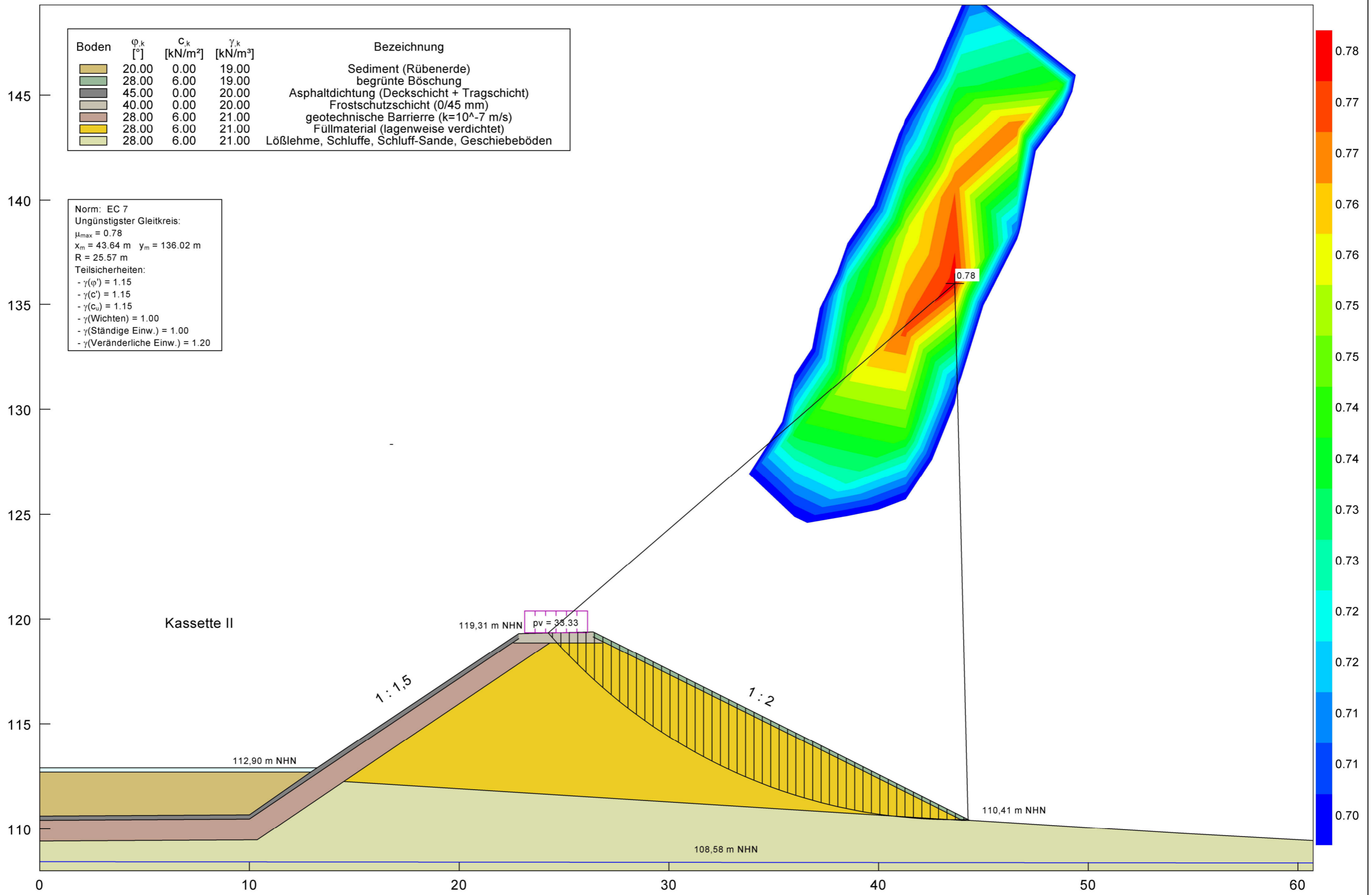
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	28.2880	145.4741	32.0520	50	0.1349	3043.171	22554.729	22554.7	0.0	3043.2	0.0
2	28.2880	140.7463	27.3946	50	0.1522	2918.617	19176.506	19176.5	0.0	2918.6	0.0
3	28.2880	136.0185	22.7663	50	0.1741	2760.646	15854.454	15854.5	0.0	2760.6	0.0
4	28.2880	131.2908	18.1892	50	0.2024	2555.848	12625.438	12625.4	0.0	2555.8	0.0
5	28.2880	126.5630	13.7147	50	0.2374	2273.291	9574.791	9574.8	0.0	2273.3	0.0
6	28.2880	121.8353	9.4890	52	0.3056	2127.716	6962.482	6962.5	0.0	2127.7	0.0
7	51.9112	123.9737	Kein Schnitt mit Gelände								
8	51.9112	114.2304	Kein Schnitt mit Gelände								
9	33.4046	145.4741	31.6446	50	0.3746	6246.430	16674.907	16674.9	0.0	6246.4	0.0
10	33.4046	140.7463	26.9169	50	0.4215	5675.179	13465.098	13465.1	0.0	5675.2	0.0
11	33.4046	136.0185	22.1891	50	0.4987	5325.244	10679.135	10679.1	0.0	5325.2	0.0
12	33.4046	131.2908	17.4614	50	0.6007	4732.811	7879.281	7879.3	0.0	4732.8	0.0
13	33.4046	126.5630	12.7336	50	0.7081	3479.830	4914.517	4914.5	0.0	3479.8	0.0
14	33.4046	121.8353	8.5117	51	0.6747	2081.486	3085.161	3085.2	0.0	2081.5	0.0
15	51.9112	143.4601	35.3771	50	0.5035	13174.713	26168.435	26168.4	0.0	13174.7	0.0
16	51.9112	128.8453	Kein Schnitt mit Gelände								
17	38.5211	145.4741	32.0592	50	0.6137	8453.166	13773.704	13773.7	0.0	8453.2	0.0
18	38.5211	140.7463	27.4031	50	0.6851	7444.397	10866.593	10866.6	0.0	7444.4	0.0
19	38.5211	136.0185	22.7765	50	0.7571	6093.074	8047.970	8048.0	0.0	6093.1	0.0
20	38.5211	131.2908	19.0216	50	0.7884	6496.941	8240.946	8240.9	0.0	6496.9	0.0
21	38.5211	126.5630	15.6946	50	0.7696	7050.600	9161.105	9161.1	0.0	7050.6	0.0
22	38.5211	121.8353	12.3838	51	0.6959	6485.360	9318.965	9319.0	0.0	6485.4	0.0
23	38.5211	117.1075	9.0188	56	0.5966	5052.616	8468.785	8468.8	0.0	5052.6	0.0
24	51.9112	138.5885	Kein Schnitt mit Gelände								
25	43.6377	145.4741	33.5388	50	0.7667	10485.396	13676.137	13676.1	0.0	10485.4	0.0
26	43.6377	140.7463	29.6380	50	0.8079	11695.689	14477.246	14477.2	0.0	11695.7	0.0
27	43.6377	136.0185	25.5731	50	0.8241	10793.105	13096.545	13096.5	0.0	10793.1	0.0
28	43.6377	131.2908	21.1084	50	0.7695	7009.935	9109.269	9109.3	0.0	7009.9	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

29	43.6377	126.5630	16.3500	50	0.7172	3446.466	4805.309	4805.3	0.0	3446.5	0.0
30	43.6377	121.8353	13.0105	52	0.6113	3601.539	5892.067	5892.1	0.0	3601.5	0.0
31	43.6377	117.1075	nicht berechnet								
32	43.6377	112.3798	nicht berechnet								
33	48.7542	145.4741	35.3222	50	0.7903	10009.328	12664.822	12664.8	0.0	10009.3	0.0
34	48.7542	140.7463	31.4254	50	0.6448	10457.970	16219.341	16219.3	0.0	10458.0	0.0
35	48.7542	136.0185	27.9995	50	0.5655	12456.828	22027.846	22027.8	0.0	12456.8	0.0
36	48.7542	131.2908	23.2638	50	0.4893	7044.795	14398.932	14398.9	0.0	7044.8	0.0
37	48.7542	126.5630	Kein Schnitt mit Gelände								
38	48.7542	121.8353	Kein Schnitt mit Gelände								
39	48.7542	117.1075	Kein Schnitt mit Gelände								
40	48.7542	112.3798	Kein Schnitt mit Gelände								
41	53.8708	145.4741	Kein Schnitt mit Gelände								
42	53.8708	140.7463	Kein Schnitt mit Gelände								
43	53.8708	136.0185	Kein Schnitt mit Gelände								
44	53.8708	131.2908	Kein Schnitt mit Gelände								
45	53.8708	126.5630	Kein Schnitt mit Gelände								
46	53.8708	121.8353	Kein Schnitt mit Gelände								
47	53.8708	117.1075	Kein Schnitt mit Gelände								
48	53.8708	112.3798	Kein Schnitt mit Gelände								
49	30.6830	143.4601	29.7533	50	0.2614	4725.754	18081.464	18081.5	0.0	4725.8	0.0
50	30.6830	138.5885	24.9057	50	0.2980	4373.755	14675.907	14675.9	0.0	4373.8	0.0
51	30.6830	133.7169	20.0697	50	0.3457	3922.374	11345.198	11345.2	0.0	3922.4	0.0
52	30.6830	128.8453	15.2565	50	0.4289	3599.911	8393.392	8393.4	0.0	3599.9	0.0
53	30.6830	123.9737	10.4971	51	0.5328	2911.599	5464.218	5464.2	0.0	2911.6	0.0
54	30.6830	119.1020	5.9233	57	0.5617	1703.087	3032.136	3032.1	0.0	1703.1	0.0
55	51.9112	119.1020	Kein Schnitt mit Gelände								
56	35.9901	143.4601	29.7452	50	0.5237	7140.594	13634.028	13634.0	0.0	7140.6	0.0
57	35.9901	138.5885	24.8960	50	0.6105	6651.861	10895.979	10896.0	0.0	6651.9	0.0
58	35.9901	133.7169	20.0577	50	0.6976	5454.987	7820.206	7820.2	0.0	5455.0	0.0
59	35.9901	128.8453	15.3726	50	0.7623	3942.447	5171.674	5171.7	0.0	3942.4	0.0
60	35.9901	123.9737	11.8388	50	0.7290	3894.876	5343.043	5343.0	0.0	3894.9	0.0
61	35.9901	119.1020	9.0170	54	0.6218	4304.123	6921.647	6921.6	0.0	4304.1	0.0
62	51.9112	133.7169	Kein Schnitt mit Gelände								
63	41.2971	143.4601	30.6696	50	0.7361	8374.294	11376.439	11376.4	0.0	8374.3	0.0
64	41.2971	138.5885	26.5415	50	0.7874	9023.804	11459.914	11459.9	0.0	9023.8	0.0
65	41.2971	133.7169	22.8011	50	0.8123	10223.944	12586.712	12586.7	0.0	10223.9	0.0
66	41.2971	128.8453	18.6824	50	0.7959	8405.922	10561.312	10561.3	0.0	8405.9	0.0
67	41.2971	123.9737	13.8733	51	0.7320	4196.457	5732.530	5732.5	0.0	4196.5	0.0
68	41.2971	119.1020	9.5105	54	0.6593	2270.239	3443.557	3443.6	0.0	2270.2	0.0
69	41.2971	114.2304	nicht berechnet								
70	46.6042	143.4601	33.0092	50	0.8143	11774.618	14459.762	14459.8	0.0	11774.6	0.0
71	46.6042	138.5885	28.2107	50	0.7669	7066.746	9214.864	9214.9	0.0	7066.7	0.0
72	46.6042	133.7169	23.8817	50	0.6591	5516.482	8369.086	8369.1	0.0	5516.5	0.0
73	46.6042	128.8453	20.0075	50	0.5719	5407.313	9455.402	9455.4	0.0	5407.3	0.0
74	46.6042	123.9737	nicht berechnet								
75	46.6042	119.1020	nicht berechnet								
76	46.6042	114.2304	nicht berechnet								
77	44.4951	149.5500	37.4094	50	0.7428	10387.253	13983.102	13983.1	0.0	10387.3	0.0
78	40.8925	147.6572	34.6514	50	0.6704	9432.103	14069.067	14069.1	0.0	9432.1	0.0
79	51.9445	147.8403	39.7434	50	0.5676	19911.960	35079.269	35079.3	0.0	19912.0	0.0
80	56.7072	143.7493	Kein Schnitt mit Gelände								
81	57.0125	139.2918	Kein Schnitt mit Gelände								
82	56.5851	133.9795	Kein Schnitt mit Gelände								
83	56.2798	129.6442	Kein Schnitt mit Gelände								
84	56.0966	123.6602	Kein Schnitt mit Gelände								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
27	43.6377	136.0185	25.5731	50	0.8241	10793.105	13096.545	13096.5	0.0	10793.1	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.700	2	12.920	112.700	3	22.840	119.310	4	26.390	119.390	5	44.350	110.410
6	54.350	109.790	7	65.000	109.200									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	28.00	6.00	19.00	begrünte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	24.81	5.22	19.00	begrünte Böschung
3	41.01	0.00	20.00	Asphaltichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
7	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	110.610	10.000	110.670	1
2	10.000	110.670	12.920	112.700	1
3	26.390	119.150	43.990	110.410	2
4	43.990	110.410	44.350	110.410	2
5	0.000	110.410	10.000	110.470	3
6	10.000	110.470	22.840	119.070	3
7	22.600	118.860	26.810	118.860	4
8	0.000	109.410	10.370	109.470	5
9	10.370	109.470	24.320	118.860	5

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	14.500	112.250	43.990	110.410	6
11	0.000	108.000	65.000	108.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	108.430	2	65.000	108.360

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	23.12	26.12	119.35

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 112.90

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 33.3820 113.8294

x / y (Ende): 29.9015 109.2499

Anzahl Radien = 40

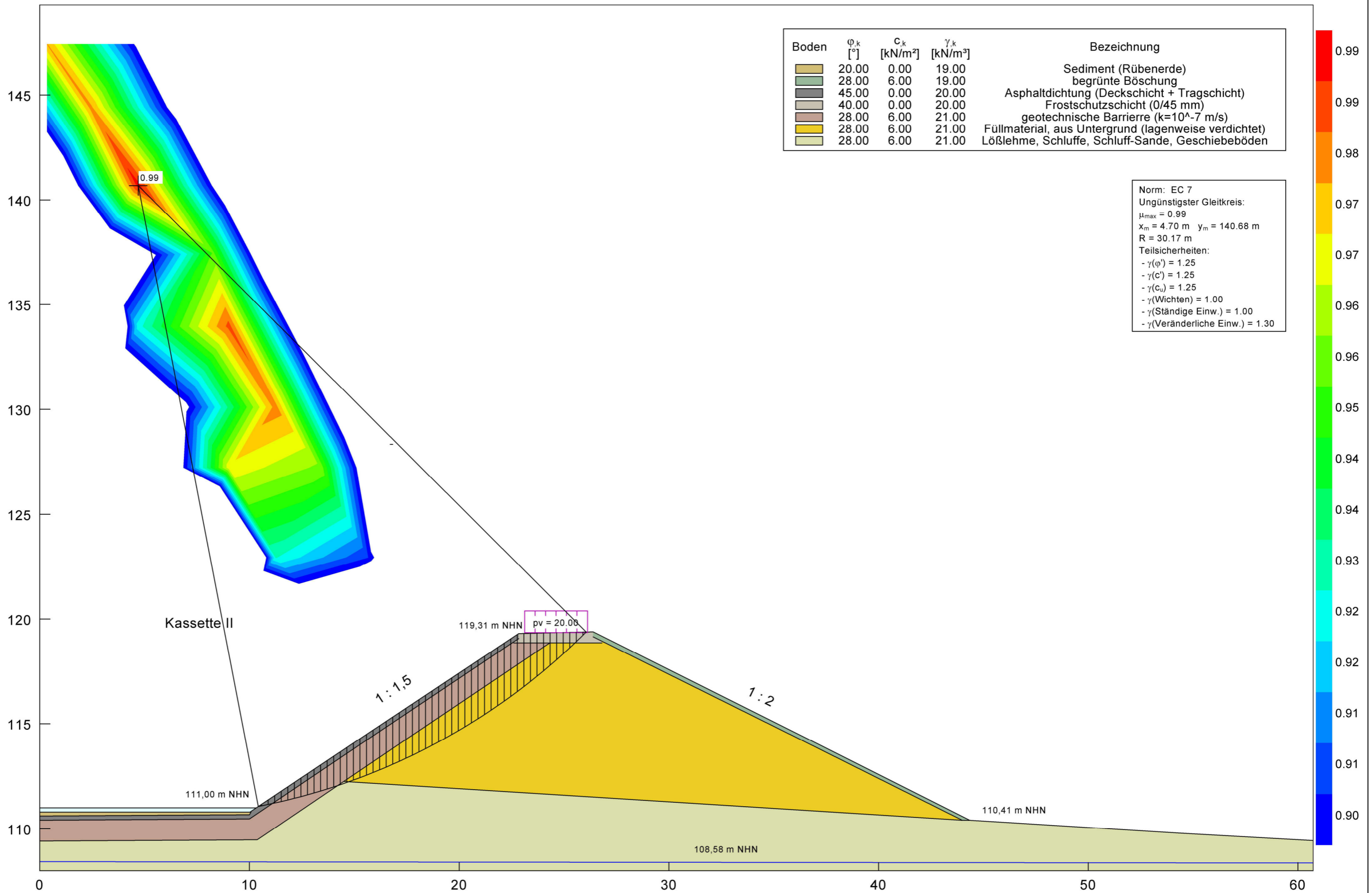
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	28.2880	145.4741	32.0520	50	0.1241	3043.171	24516.010	24516.0	0.0	3043.2	0.0
2	28.2880	140.7463	27.3946	50	0.1400	2918.617	20844.028	20844.0	0.0	2918.6	0.0
3	28.2880	136.0185	22.7663	50	0.1602	2760.646	17233.102	17233.1	0.0	2760.6	0.0
4	28.2880	131.2908	18.1892	50	0.1862	2555.848	13723.303	13723.3	0.0	2555.8	0.0
5	28.2880	126.5630	13.7147	50	0.2184	2273.291	10407.381	10407.4	0.0	2273.3	0.0
6	28.2880	121.8353	9.4890	52	0.2893	2211.150	7643.312	7643.3	0.0	2211.1	0.0
7	51.9112	123.9737	Kein Schnitt mit Gelände								
8	51.9112	114.2304	Kein Schnitt mit Gelände								
9	33.4046	145.4741	31.6446	50	0.3446	6246.430	18124.899	18124.9	0.0	6246.4	0.0
10	33.4046	140.7463	26.9169	50	0.3878	5675.179	14635.976	14636.0	0.0	5675.2	0.0
11	33.4046	136.0185	22.1891	50	0.4625	5401.723	11678.147	11678.1	0.0	5401.7	0.0
12	33.4046	131.2908	17.4614	50	0.5745	5101.671	8879.478	8879.5	0.0	5101.7	0.0
13	33.4046	126.5630	12.7336	50	0.6904	3848.666	5574.213	5574.2	0.0	3848.7	0.0
14	33.4046	121.8353	8.7646	52	0.6443	2574.283	3995.444	3995.4	0.0	2574.3	0.0
15	51.9112	143.4601	35.3771	50	0.4640	13220.041	28489.629	28489.6	0.0	13220.0	0.0
16	51.9112	128.8453	Kein Schnitt mit Gelände								
17	38.5211	145.4741	32.0592	50	0.5709	8630.086	15116.625	15116.6	0.0	8630.1	0.0
18	38.5211	140.7463	27.4031	50	0.6530	8028.010	12294.797	12294.8	0.0	8028.0	0.0
19	38.5211	136.0185	22.7765	50	0.7276	6676.800	9175.932	9175.9	0.0	6676.8	0.0
20	38.5211	131.2908	19.0216	50	0.7523	6951.529	9240.040	9240.0	0.0	6951.5	0.0
21	38.5211	126.5630	15.8348	50	0.7241	7803.394	10777.308	10777.3	0.0	7803.4	0.0
22	38.5211	121.8353	12.8143	50	0.6474	7910.931	12219.725	12219.7	0.0	7910.9	0.0
23	38.5211	117.1075	9.0188	56	0.5519	4934.651	8940.541	8940.5	0.0	4934.7	0.0
24	51.9112	138.5885	Kein Schnitt mit Gelände								
25	43.6377	145.4741	33.5388	50	0.7307	11283.791	15441.940	15441.9	0.0	11283.8	0.0
26	43.6377	140.7463	29.6380	50	0.7673	12481.565	16267.613	16267.6	0.0	12481.6	0.0
27	43.6377	136.0185	25.5731	50	0.7755	11275.715	14539.488	14539.5	0.0	11275.7	0.0
28	43.6377	131.2908	21.1084	50	0.7080	7009.935	9901.379	9901.4	0.0	7009.9	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

29	43.6377	126.5630	16.3500	50	0.6598	3446.466	5223.162	5223.2	0.0	3446.5	0.0
30	43.6377	121.8353	13.0105	51	0.5621	3591.757	6389.629	6389.6	0.0	3591.8	0.0
31	43.6377	117.1075	nicht berechnet								
32	43.6377	112.3798	nicht berechnet								
33	48.7542	145.4741	35.3222	50	0.7397	10382.301	14036.024	14036.0	0.0	10382.3	0.0
34	48.7542	140.7463	31.7109	50	0.5984	12757.348	21318.401	21318.4	0.0	12757.3	0.0
35	48.7542	136.0185	27.9995	50	0.5203	12456.828	23943.310	23943.3	0.0	12456.8	0.0
36	48.7542	131.2908	23.2638	50	0.4501	7044.795	15651.013	15651.0	0.0	7044.8	0.0
37	48.7542	126.5630	Kein Schnitt mit Gelände								
38	48.7542	121.8353	Kein Schnitt mit Gelände								
39	48.7542	117.1075	Kein Schnitt mit Gelände								
40	48.7542	112.3798	Kein Schnitt mit Gelände								
41	53.8708	145.4741	Kein Schnitt mit Gelände								
42	53.8708	140.7463	Kein Schnitt mit Gelände								
43	53.8708	136.0185	Kein Schnitt mit Gelände								
44	53.8708	131.2908	Kein Schnitt mit Gelände								
45	53.8708	126.5630	Kein Schnitt mit Gelände								
46	53.8708	121.8353	Kein Schnitt mit Gelände								
47	53.8708	117.1075	Kein Schnitt mit Gelände								
48	53.8708	112.3798	Kein Schnitt mit Gelände								
49	30.6830	143.4601	29.7533	50	0.2405	4725.754	19653.765	19653.8	0.0	4725.8	0.0
50	30.6830	138.5885	24.9057	50	0.2742	4373.755	15952.073	15952.1	0.0	4373.8	0.0
51	30.6830	133.7169	20.0697	50	0.3181	3922.374	12331.737	12331.7	0.0	3922.4	0.0
52	30.6830	128.8453	15.2565	50	0.3999	3675.569	9191.654	9191.7	0.0	3675.6	0.0
53	30.6830	123.9737	10.4971	51	0.5161	3166.127	6135.040	6135.0	0.0	3166.1	0.0
54	30.6830	119.1020	5.9233	58	0.5548	1909.683	3442.213	3442.2	0.0	1909.7	0.0
55	51.9112	119.1020	Kein Schnitt mit Gelände								
56	35.9901	143.4601	29.7452	50	0.4734	6882.569	14537.060	14537.1	0.0	6882.6	0.0
57	35.9901	138.5885	24.8960	50	0.5742	6946.069	12096.855	12096.9	0.0	6946.1	0.0
58	35.9901	133.7169	20.0577	50	0.6701	5932.438	8852.410	8852.4	0.0	5932.4	0.0
59	35.9901	128.8453	15.3726	50	0.7341	4281.348	5832.342	5832.3	0.0	4281.3	0.0
60	35.9901	123.9737	12.1118	51	0.6891	4680.751	6792.548	6792.5	0.0	4680.8	0.0
61	35.9901	119.1020	9.5869	53	0.5820	5617.240	9650.804	9650.8	0.0	5617.2	0.0
62	51.9112	133.7169	Kein Schnitt mit Gelände								
63	41.2971	143.4601	30.6696	50	0.7036	9074.536	12897.586	12897.6	0.0	9074.5	0.0
64	41.2971	138.5885	26.5415	50	0.7519	9723.959	12932.935	12932.9	0.0	9724.0	0.0
65	41.2971	133.7169	22.9408	50	0.7695	11489.741	14932.246	14932.2	0.0	11489.7	0.0
66	41.2971	128.8453	18.6824	50	0.7413	8607.048	11610.591	11610.6	0.0	8607.0	0.0
67	41.2971	123.9737	13.8733	51	0.6731	4188.447	6222.740	6222.7	0.0	4188.4	0.0
68	41.2971	119.1020	9.5105	53	0.6047	2242.566	3708.444	3708.4	0.0	2242.6	0.0
69	41.2971	114.2304	nicht berechnet								
70	46.6042	143.4601	33.0092	50	0.7679	12391.156	16137.368	16137.4	0.0	12391.2	0.0
71	46.6042	138.5885	28.2107	50	0.7075	7117.418	10060.275	10060.3	0.0	7117.4	0.0
72	46.6042	133.7169	23.8817	50	0.6064	5516.482	9096.832	9096.8	0.0	5516.5	0.0
73	46.6042	128.8453	20.0075	50	0.5261	5407.313	10277.611	10277.6	0.0	5407.3	0.0
74	46.6042	123.9737	nicht berechnet								
75	46.6042	119.1020	nicht berechnet								
76	46.6042	114.2304	nicht berechnet								
77	44.4951	149.5500	37.4094	50	0.7081	11221.796	15846.750	15846.7	0.0	11221.8	0.0
78	40.8925	147.6572	34.6514	50	0.6359	10115.377	15907.542	15907.5	0.0	10115.4	0.0
79	51.9445	147.8403	39.7434	50	0.5327	20613.982	38697.822	38697.8	0.0	20614.0	0.0
80	56.7072	143.7493	Kein Schnitt mit Gelände								
81	57.0125	139.2918	Kein Schnitt mit Gelände								
82	56.5851	133.9795	Kein Schnitt mit Gelände								
83	56.2798	129.6442	Kein Schnitt mit Gelände								
84	56.0966	123.6602	Kein Schnitt mit Gelände								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
27	43.6377	136.0185	25.5731	50	0.7755	11275.715	14539.488	14539.5	0.0	11275.7	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.800	2	10.020	110.800	3	22.840	119.310	4	26.390	119.390	5	44.350	110.410
6	54.350	109.790	7	65.000	109.200									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	28.00	6.00	19.00	begrünte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial, aus Untergrund (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	23.04	4.80	19.00	begrünte Böschung
3	38.66	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial, aus Untergrund (lagenweise verdichtet)
7	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	110.610	10.000	110.670	1
2	10.000	110.670	10.070	110.800	1
3	26.390	119.150	43.990	110.410	2
4	43.990	110.410	44.350	110.410	2
5	0.000	110.410	10.000	110.470	3
6	10.000	110.470	22.840	119.070	3
7	22.600	118.860	26.810	118.860	4
8	0.000	109.410	10.370	109.470	5
9	10.370	109.470	24.320	118.860	5

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	14.500	112.250	43.990	110.410	6
11	0.000	108.000	65.000	108.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	108.430	2	65.000	108.360

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	23.12	26.12	119.35

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 111.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 23.6733 119.5081

x / y (Ende): 24.3450 107.9065

Anzahl Radien = 40

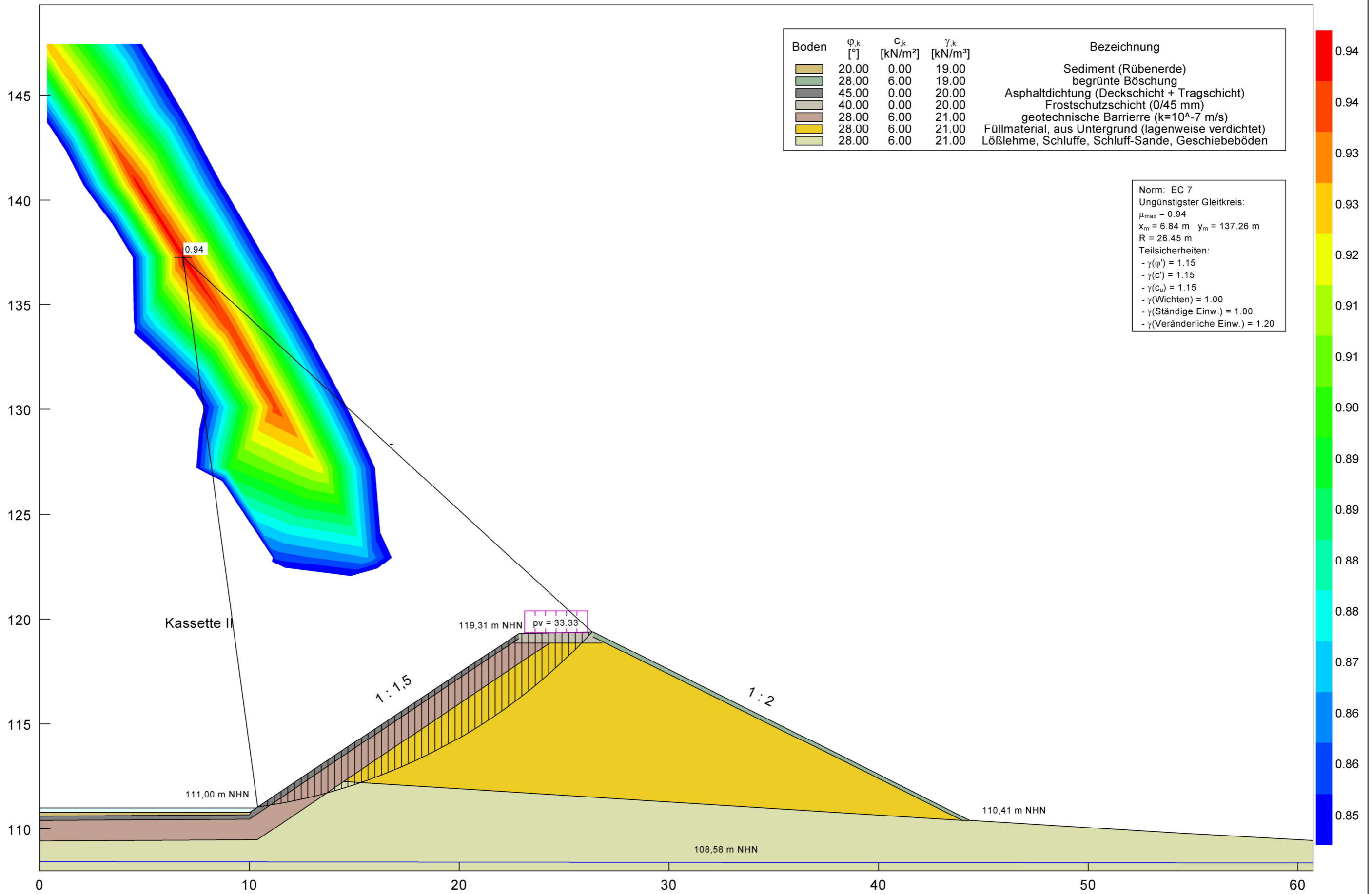
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.3481	147.4129	37.7661	50	0.9781	10563.119	10799.717	10799.7	0.0	10563.2	-0.1
2	0.3481	140.6840	31.3273	50	0.8470	4161.311	4913.036	4913.0	0.0	4161.4	-0.1
3	0.3481	133.9551	24.8884	50	0.6854	317.001	462.480	462.5	0.0	317.0	0.0
4	0.3481	127.2262	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.3481	120.4973	Kein Schnitt mit Gelände								
6	0.3481	113.7684	Kein Schnitt mit Gelände								
7	4.6956	147.4129	35.7359	50	0.8930	8859.471	9920.725	9920.7	0.0	8859.5	0.0
8	4.6956	140.6840	30.1671	50	0.9931	10075.177	10145.101	10145.1	0.0	10075.2	0.0
9	4.6956	133.9551	23.7282	50	0.9249	4403.668	4761.059	4761.1	0.0	4406.3	-2.6
10	4.6956	127.2262	16.7093	50	0.8252	31.640	38.340	38.3	0.0	31.6	0.0
11	4.6956	120.4973	10.5605	50	0.0004	0.349	885.631	885.6	0.0	0.3	0.0
12	4.6956	113.7684	Kein Schnitt mit Gelände								
13	9.0431	147.4129	33.4156	50	0.7499	5052.265	6737.476	6737.5	0.0	5052.3	0.0
14	9.0431	140.6840	27.5568	50	0.8740	5612.595	6421.942	6421.9	0.0	5612.6	0.0
15	9.0431	133.9551	22.5681	50	0.9862	8260.740	8376.343	8376.3	0.0	8260.7	0.0
16	9.0431	127.2262	16.4193	50	0.9700	4323.571	4457.515	4457.5	0.0	4325.7	-2.1
17	9.0431	120.4973	8.8202	50	0.8083	48.300	59.752	59.8	0.0	48.3	0.0
18	9.0431	113.7684	5.7672	66	0.3900	934.849	2396.761	2396.8	0.0	935.4	-0.6
19	13.3907	147.4129	33.4156	50	0.5357	6318.395	11795.129	11795.1	0.0	6318.4	0.0
20	13.3907	140.6840	25.2365	50	0.6945	2782.856	4006.767	4006.8	0.0	2782.9	0.0
21	13.3907	133.9551	19.3777	50	0.8490	3139.078	3697.465	3697.5	0.0	3139.1	0.0
22	13.3907	127.2262	14.3890	50	0.9574	4073.397	4254.783	4254.8	0.0	4073.4	0.0
23	13.3907	120.4973	9.6904	50	0.8674	3836.800	4423.320	4423.3	0.0	3836.8	0.0
24	20.0707	144.4209	29.2634	50	0.2563	2774.471	10826.216	10826.2	0.0	2774.5	0.0
25	17.7382	147.4129	32.5454	50	0.3449	4136.849	11993.616	11993.6	0.0	4136.8	0.0
26	17.7382	140.6840	25.5265	50	0.4131	3183.437	7706.161	7706.2	0.0	3183.4	0.0
27	17.7382	133.9551	17.3474	50	0.5663	1260.595	2225.995	2226.0	0.0	1260.6	0.0
28	17.7382	127.2262	11.1986	50	0.8040	1289.147	1603.369	1603.4	0.0	1289.1	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

29	17.7382	120.4973	6.2099	50	0.8116	1137.158	1401.053	1401.1	0.0	1137.2	0.0
30	20.0707	122.9428	4.5948	50	0.8038	1.222	1.520	1.5	0.0	1.2	0.0
31	22.0857	147.4129	33.9956	50	0.1454	3435.325	23625.480	23625.5	0.0	3435.3	0.0
32	22.0857	140.6840	25.8165	50	0.1714	1921.971	11215.339	11215.3	0.0	1922.0	0.0
33	22.0857	133.9551	17.9275	50	0.2135	1007.984	4721.163	4721.2	0.0	1008.0	0.0
34	22.0857	127.2262	9.4583	50	0.3012	242.592	805.290	805.3	0.0	242.6	0.0
35	20.0707	137.2615	21.2339	50	0.3176	1609.625	5067.607	5067.6	0.0	1609.6	0.0
36	20.0707	130.1022	12.9144	50	0.4647	665.626	1432.321	1432.3	0.0	665.6	0.0
37	2.4241	144.4209	34.1941	50	0.9797	9621.083	9820.607	9820.6	0.0	9621.1	0.0
38	2.4241	137.2615	27.3247	50	0.8322	3338.396	4011.517	4011.5	0.0	3338.4	0.0
39	2.4241	130.1022	20.4554	50	0.8217	137.915	167.837	167.8	0.0	137.9	0.0
40	2.4241	122.9428	Kein Schnitt mit Gelände								
41	2.4241	115.7834	5.4894	50	0.0002	0.033	178.652	178.7	0.0	0.0	0.0
42	6.8358	144.4209	31.8738	50	0.8797	6682.947	7597.271	7597.3	0.0	6682.9	0.0
43	8.2860	137.4600	25.4929	50	0.9540	7272.999	7623.966	7624.0	0.0	7273.0	0.0
44	6.8358	130.1022	19.2952	50	0.8911	3037.234	3408.478	3408.5	0.0	3037.2	0.0
45	6.8358	122.9428	12.4259	50	0.6177	366.103	592.642	592.6	0.0	366.1	0.0
46	6.8358	115.7834	7.7730	50	0.2254	639.659	2837.554	2837.6	0.0	640.6	-1.0
47	11.2474	144.4209	29.5535	50	0.7185	3587.556	4993.278	4993.3	0.0	3587.6	0.0
48	11.2474	137.2615	23.2642	50	0.8607	3926.746	4562.310	4562.3	0.0	3926.7	0.0
49	11.2474	130.1022	18.1351	50	0.9808	6204.382	6325.717	6325.7	0.0	6204.4	0.0
50	11.2474	122.9428	12.1358	50	0.9284	3650.681	3932.058	3932.1	0.0	3651.9	-1.2
51	11.2474	115.7834	5.1780	50	0.7304	502.070	687.365	687.4	0.0	503.1	-1.0
52	15.6591	144.4209	29.8435	50	0.4718	4711.090	9984.596	9984.6	0.0	4711.1	0.0
53	15.6591	137.2615	21.2339	50	0.6327	1962.542	3101.713	3101.7	0.0	1962.5	0.0
54	15.6591	130.1022	14.9446	50	0.8366	2286.537	2733.024	2733.0	0.0	2286.5	0.0
55	15.6591	122.9428	9.5255	50	0.9033	2237.668	2477.165	2477.2	0.0	2237.7	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
8	4.6956	140.6840	30.1671	50	0.9931	10075.177	10145.101	10145.1	0.0	10075.2	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.800	2	10.020	110.800	3	22.840	119.310	4	26.390	119.390	5	44.350	110.410
6	54.350	109.790	7	65.000	109.200									

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	28.00	6.00	19.00	begrünte Böschung
3	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial, aus Untergrund (lagenweise verdichtet)
7	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	24.81	5.22	19.00	begrünte Böschung
3	41.01	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
4	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
5	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
6	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial, aus Untergrund (lagenweise verdichtet)
7	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	110.610	10.000	110.670	1
2	10.000	110.670	10.070	110.800	1
3	26.390	119.150	43.990	110.410	2
4	43.990	110.410	44.350	110.410	2
5	0.000	110.410	10.000	110.470	3
6	10.000	110.470	22.840	119.070	3
7	22.600	118.860	26.810	118.860	4
8	0.000	109.410	10.370	109.470	5
9	10.370	109.470	24.320	118.860	5

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

10	14.500	112.250	43.990	110.410	6
11	0.000	108.000	65.000	108.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	108.430	2	65.000	108.360

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	23.12	26.12	119.35

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 111.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 23.6733 119.5081

x / y (Ende): 24.3450 107.9065

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.3481	147.4129	37.7661	50	0.9270	11413.251	12312.666	12312.7	0.0	11413.3	-0.1
2	0.3481	140.6840	31.3273	50	0.7822	4205.935	5376.924	5376.9	0.0	4206.0	-0.1
3	0.3481	133.9551	24.8884	50	0.6306	317.001	502.695	502.7	0.0	317.0	0.0
4	0.3481	127.2262	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.3481	120.4973	Kein Schnitt mit Gelände								
6	0.3481	113.7684	Kein Schnitt mit Gelände								
7	4.6956	147.4129	35.7359	50	0.8520	9695.966	11379.577	11379.6	0.0	9696.0	0.0
8	4.6956	140.6840	30.1671	50	0.9430	10892.673	11550.752	11550.8	0.0	10892.7	0.0
9	4.6956	133.9551	23.7282	50	0.8555	4469.745	5224.824	5224.8	0.0	4472.4	-2.6
10	4.6956	127.2262	16.7093	50	0.7592	31.640	41.674	41.7	0.0	31.6	0.0
11	4.6956	120.4973	10.5605	50	0.0004	0.349	962.642	962.6	0.0	0.3	0.0
12	4.6956	113.7684	Kein Schnitt mit Gelände								
13	9.0431	147.4129	33.4156	50	0.7213	5692.792	7892.602	7892.6	0.0	5692.8	0.0
14	9.0431	140.6840	27.5568	50	0.8389	6266.667	7469.726	7469.7	0.0	6266.7	0.0
15	9.0431	133.9551	22.2781	50	0.9401	7706.288	8197.551	8197.6	0.0	7706.3	0.0
16	9.0431	127.2262	16.4193	50	0.8969	4373.062	4875.902	4875.9	0.0	4375.2	-2.1
17	9.0431	120.4973	8.8202	50	0.7437	48.300	64.948	64.9	0.0	48.3	0.0
18	9.0431	113.7684	5.7672	66	0.3623	916.916	2530.717	2530.7	0.0	917.5	-0.6
19	13.3907	147.4129	33.4156	50	0.4928	6318.395	12820.792	12820.8	0.0	6318.4	0.0
20	13.3907	140.6840	25.2365	50	0.6580	2942.961	4472.670	4472.7	0.0	2943.0	0.0
21	13.3907	133.9551	19.3777	50	0.8255	3610.608	4373.646	4373.6	0.0	3610.6	0.0
22	13.3907	127.2262	14.3890	50	0.9192	4427.693	4816.897	4816.9	0.0	4427.7	0.0
23	13.3907	120.4973	9.9804	50	0.8140	4649.038	5711.179	5711.2	0.0	4649.0	0.0
24	20.0707	144.4209	29.2634	50	0.2358	2774.471	11767.626	11767.6	0.0	2774.5	0.0
25	17.7382	147.4129	32.5454	50	0.3173	4136.849	13036.539	13036.5	0.0	4136.8	0.0
26	17.7382	140.6840	25.5265	50	0.3801	3183.437	8376.262	8376.3	0.0	3183.4	0.0
27	17.7382	133.9551	17.3474	50	0.5289	1288.739	2436.652	2436.7	0.0	1288.7	0.0
28	17.7382	127.2262	11.1986	50	0.7978	1532.655	1920.984	1921.0	0.0	1532.7	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

29	17.7382	120.4973	6.4999	50	0.7779	1500.796	1929.320	1929.3	0.0	1500.8	0.0
30	20.0707	122.9428	5.7550	50	0.7917	406.483	513.401	513.4	0.0	406.5	0.0
31	22.0857	147.4129	33.9956	50	0.1338	3435.325	25679.870	25679.9	0.0	3435.3	0.0
32	22.0857	140.6840	25.8165	50	0.1577	1921.971	12190.586	12190.6	0.0	1922.0	0.0
33	22.0857	133.9551	17.9275	50	0.1964	1007.984	5131.699	5131.7	0.0	1008.0	0.0
34	22.0857	127.2262	10.6185	50	0.2678	550.952	2057.524	2057.5	0.0	551.0	0.0
35	20.0707	137.2615	21.2339	50	0.2922	1609.625	5508.268	5508.3	0.0	1609.6	0.0
36	20.0707	130.1022	12.9144	50	0.4339	680.139	1567.605	1567.6	0.0	680.1	0.0
37	2.4241	144.4209	34.1941	50	0.9298	10415.860	11202.412	11202.4	0.0	10415.9	0.0
38	2.4241	137.2615	27.3247	50	0.7656	3338.396	4360.350	4360.4	0.0	3338.4	0.0
39	2.4241	130.1022	20.4554	50	0.7560	137.915	182.431	182.4	0.0	137.9	0.0
40	2.4241	122.9428	Kein Schnitt mit Gelände								
41	2.4241	115.7834	5.4894	50	0.0002	0.033	194.187	194.2	0.0	0.0	0.0
42	6.8358	144.4209	31.8738	50	0.8441	7429.684	8801.861	8801.9	0.0	7429.7	0.0
43	6.8358	137.2615	26.4546	50	0.9441	10622.682	11251.096	11251.1	0.0	10622.7	0.0
44	6.8358	130.1022	19.2952	50	0.8198	3037.234	3704.871	3704.9	0.0	3037.2	0.0
45	6.8358	122.9428	12.4259	50	0.5683	366.103	644.176	644.2	0.0	366.1	0.0
46	6.8358	115.7834	7.7730	50	0.2129	648.187	3044.251	3044.3	0.0	649.2	-1.0
47	11.2474	144.4209	29.5535	50	0.6864	3917.060	5706.979	5707.0	0.0	3917.1	0.0
48	11.2474	137.2615	23.2642	50	0.8330	4488.241	5388.256	5388.3	0.0	4488.2	0.0
49	11.2474	130.1022	18.1351	50	0.9380	6714.595	7158.360	7158.4	0.0	6714.6	0.0
50	11.2474	122.9428	12.1358	50	0.8554	3638.769	4254.045	4254.0	0.0	3639.9	-1.2
51	11.2474	115.7834	5.1780	50	0.6754	492.410	729.017	729.0	0.0	493.4	-1.0
52	15.6591	144.4209	29.8435	50	0.4341	4711.090	10852.822	10852.8	0.0	4711.1	0.0
53	15.6591	137.2615	21.2339	50	0.5974	2059.511	3447.245	3447.2	0.0	2059.5	0.0
54	15.6591	130.1022	14.9446	50	0.8196	2655.787	3240.218	3240.2	0.0	2655.8	0.0
55	15.6591	122.9428	9.5255	50	0.8658	2414.211	2788.412	2788.4	0.0	2414.2	0.0

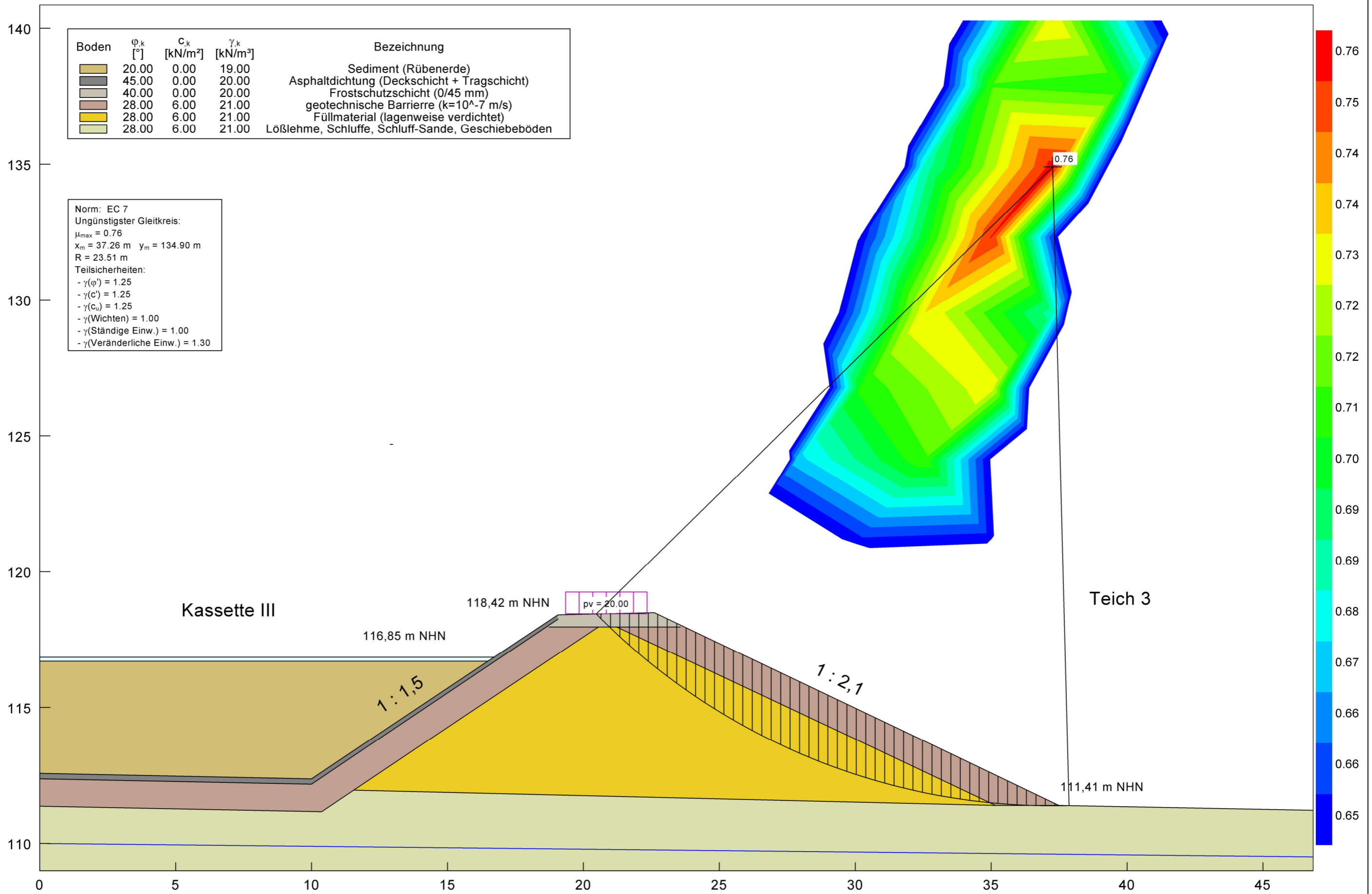
Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
43	6.8358	137.2615	26.4546	50	0.9441	10622.682	11251.096	11251.1	0.0	10622.7	0.0

Anlage 4

Standsicherheit Schnitt 3





Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	116.700	2	16.480	116.700	3	19.062	118.415	4	22.613	118.491	5	37.491	111.406
6	47.491	111.215												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	38.66	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	112.578	10.000	112.378	1
2	10.000	112.378	16.480	116.700	1
3	0.000	112.378	10.000	112.178	2
4	10.000	112.178	19.062	118.250	2
5	18.747	117.965	23.558	117.965	3
6	0.000	111.378	10.370	111.178	4
7	10.370	111.178	20.547	117.965	4
8	21.228	117.965	35.161	111.406	4
9	35.161	111.406	37.491	111.406	4
10	11.548	111.963	35.161	111.406	5
11	0.000	108.000	47.491	108.000	6

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.000	2	47.491	109.500

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	19.34	22.34	118.45

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 116.85
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.50

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 26.5997 115.7402

x / y (Ende): 23.9619 111.6422

Anzahl Radien = 40

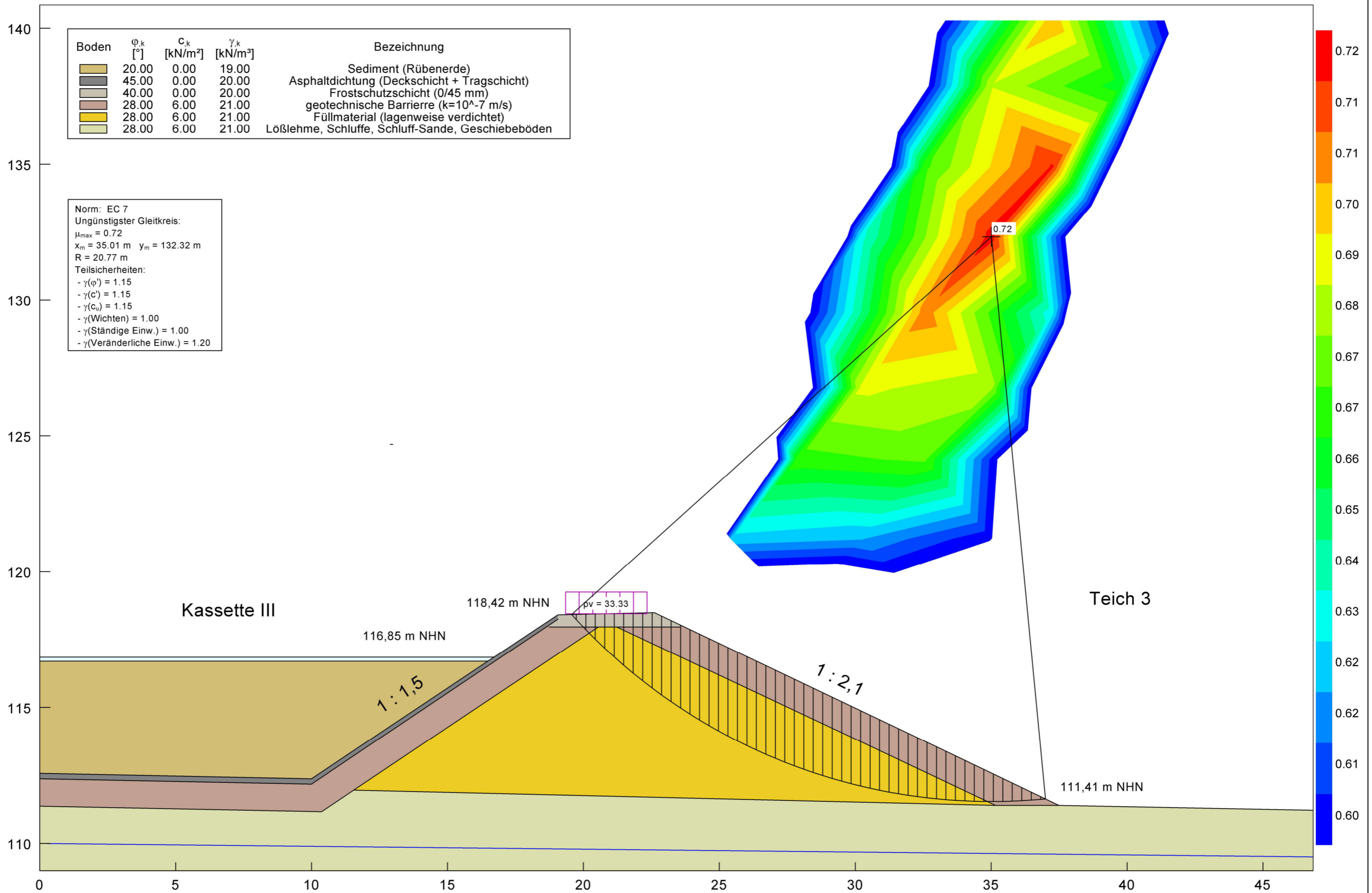
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	23.1611	140.2815	28.6505	50	0.1743	4977.876	28560.928	28560.9	0.0	4975.2	2.6
2	23.1611	134.9022	23.2738	50	0.1721	3809.244	22136.820	22136.8	0.0	3807.2	2.0
3	23.1611	129.5229	17.8986	50	0.1712	2692.302	15725.590	15725.6	0.0	2690.9	1.4
4	23.1611	124.1436	9.0797	50	0.2106	495.410	2351.984	2352.0	0.0	495.4	0.0
5	44.5935	121.2043	Kein Schnitt mit Gelände								
6	44.5935	115.6460	Kein Schnitt mit Gelände								
7	27.8621	140.2815	25.1149	50	0.3471	2029.169	5846.854	5846.9	0.0	2029.2	0.0
8	27.8621	134.9022	19.2035	50	0.4408	1380.954	3132.899	3132.9	0.0	1381.0	0.0
9	27.8621	129.5229	13.9519	50	0.6046	1423.638	2354.804	2354.8	0.0	1423.6	0.0
10	27.8621	124.1436	9.3023	50	0.6726	1165.342	1732.713	1732.7	0.0	1165.3	0.0
11	27.8621	118.7643	5.9407	51	0.5708	1287.100	2254.896	2254.9	0.0	1287.1	0.0
12	44.5935	126.7626	Kein Schnitt mit Gelände								
13	32.5631	140.2815	25.9525	50	0.6094	3657.755	6001.993	6002.0	0.0	3657.8	0.0
14	32.5631	134.9022	21.1329	50	0.6854	3802.175	5547.260	5547.3	0.0	3802.2	0.0
15	32.5631	129.5229	16.8266	50	0.7332	4282.184	5840.669	5840.7	0.0	4282.2	0.0
16	32.5631	124.1436	12.7394	50	0.7106	4050.186	5699.586	5699.6	0.0	4050.2	0.0
17	32.5631	118.7643	10.4950	53	0.6083	6498.140	10683.019	10683.0	0.0	6498.1	0.0
18	44.5935	137.8792	Kein Schnitt mit Gelände								
19	37.2641	140.2815	28.3246	50	0.7335	7690.588	10485.106	10485.1	0.0	7690.6	0.0
20	37.2641	134.9022	23.5109	50	0.7585	6683.594	8811.746	8811.7	0.0	6683.6	0.0
21	37.2641	129.5229	18.1556	50	0.6860	3173.000	4625.215	4625.2	0.0	3173.0	0.0
22	37.2641	124.1436	13.5774	51	0.5849	2335.464	3992.912	3992.9	0.0	2335.5	0.0
23	37.2641	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
24	37.2641	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								
25	41.9650	140.2815	29.1982	50	0.6312	3437.543	5445.649	5445.6	0.0	3437.5	0.0
26	41.9650	134.9022	Kein Schnitt mit Gelände								
27	41.9650	129.5229	Kein Schnitt mit Gelände								
28	41.9650	124.1436	Kein Schnitt mit Gelände								
29	41.9650	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
30	41.9650	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

31	46.6660	140.2815	Kein Schnitt mit Gelände								
32	46.6660	134.9022	Kein Schnitt mit Gelände								
33	46.6660	129.5229	Kein Schnitt mit Gelände								
34	46.6660	124.1436	Kein Schnitt mit Gelände								
35	46.6660	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
36	46.6660	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								
37	25.4221	137.8792	26.2776	50	0.2506	6048.164	24137.807	24137.8	0.0	6045.8	2.4
38	25.4221	132.3209	16.6224	50	0.3003	957.046	3187.133	3187.1	0.0	957.0	0.0
39	25.4221	126.7626	11.0851	50	0.4562	958.928	2101.871	2101.9	0.0	958.9	0.0
40	25.4221	121.2043	5.5895	50	0.6117	509.460	832.803	832.8	0.0	509.5	0.0
41	44.5935	132.3209	Kein Schnitt mit Gelände								
42	30.2149	137.8792	22.7726	50	0.5359	2316.981	4323.643	4323.6	0.0	2317.0	0.0
43	30.2149	132.3209	17.6652	50	0.6487	2490.110	3838.511	3838.5	0.0	2490.1	0.0
44	30.2149	126.7626	13.0288	50	0.7066	2445.111	3460.557	3460.6	0.0	2445.1	0.0
45	30.2149	121.2043	9.1103	50	0.6523	2429.529	3724.361	3724.4	0.0	2429.5	0.0
46	30.2149	115.6460	7.4251	67	0.5502	4886.067	8879.798	8879.8	0.0	4886.1	0.0
47	35.0078	137.8792	24.9978	50	0.7107	5513.521	7758.234	7758.2	0.0	5513.5	0.0
48	35.0078	132.3209	20.7747	50	0.7554	7122.054	9428.096	9428.1	0.0	7122.1	0.0
49	35.0078	126.7626	15.5650	50	0.7309	4292.737	5873.148	5873.1	0.0	4292.7	0.0
50	35.0078	121.2043	10.1421	51	0.6491	1672.857	2577.159	2577.2	0.0	1672.9	0.0
51	35.0078	115.6460	nicht berechnet								
52	39.8006	137.8792	26.5066	50	0.7059	4661.647	6603.716	6603.7	0.0	4661.6	0.0
53	39.8006	132.3209	21.8006	50	0.5422	4210.177	7764.687	7764.7	0.0	4210.2	0.0
54	39.8006	126.7626	17.3151	50	0.4405	3681.862	8358.046	8358.0	0.0	3681.9	0.0
55	39.8006	121.2043	Kein Schnitt mit Gelände								
56	39.8006	115.6460	Kein Schnitt mit Gelände								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
20	37.2641	134.9022	23.5109	50	0.7585	6683.594	8811.746	8811.7	0.0	6683.6	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	116.700	2	16.480	116.700	3	19.062	118.415	4	22.613	118.491	5	37.491	111.406
6	47.491	111.215												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	41.01	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	112.578	10.000	112.378	1
2	10.000	112.378	16.480	116.700	1
3	0.000	112.378	10.000	112.178	2
4	10.000	112.178	19.062	118.250	2
5	18.747	117.965	23.558	117.965	3
6	0.000	111.378	10.370	111.178	4
7	10.370	111.178	20.547	117.965	4
8	21.228	117.965	35.161	111.406	4
9	35.161	111.406	37.491	111.406	4
10	11.548	111.963	35.161	111.406	5
11	0.000	108.000	47.491	108.000	6

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.000	2	47.491	109.500

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	19.34	22.34	118.45

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 116.85
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 109.50

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 26.5997 115.7402

x / y (Ende): 23.9619 111.6422

Anzahl Radien = 40

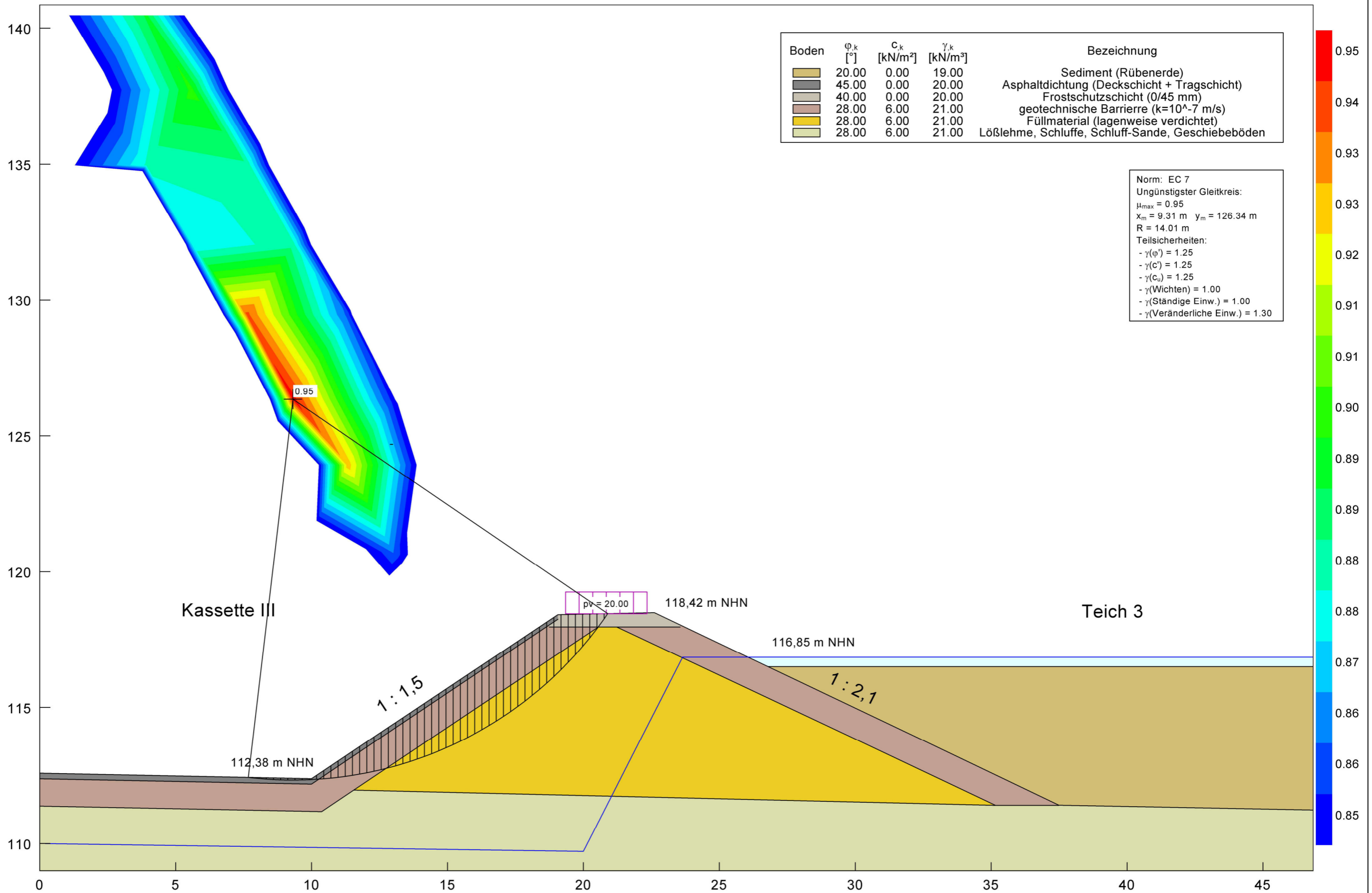
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	23.1611	140.2815	28.6505	50	0.1603	4977.876	31044.487	31044.5	0.0	4975.2	2.6
2	23.1611	134.9022	23.2738	50	0.1583	3809.244	24061.761	24061.8	0.0	3807.2	2.0
3	23.1611	129.5229	17.8986	50	0.1575	2692.302	17093.032	17093.0	0.0	2690.9	1.4
4	23.1611	124.1436	9.0797	50	0.1883	477.449	2535.963	2536.0	0.0	477.4	0.0
5	44.5935	121.2043	Kein Schnitt mit Gelände								
6	44.5935	115.6460	Kein Schnitt mit Gelände								
7	27.8621	140.2815	25.1149	50	0.3193	2029.169	6355.277	6355.3	0.0	2029.2	0.0
8	27.8621	134.9022	19.2035	50	0.3940	1309.852	3324.903	3324.9	0.0	1309.9	0.0
9	27.8621	129.5229	14.0634	50	0.5830	1673.184	2869.782	2869.8	0.0	1673.2	0.0
10	27.8621	124.1436	9.3023	50	0.6668	1330.295	1995.150	1995.2	0.0	1330.3	0.0
11	27.8621	118.7643	6.5461	51	0.5536	2007.273	3626.006	3626.0	0.0	2007.3	0.0
12	44.5935	126.7626	Kein Schnitt mit Gelände								
13	32.5631	140.2815	25.9525	50	0.5756	3829.330	6652.688	6652.7	0.0	3829.3	0.0
14	32.5631	134.9022	21.1329	50	0.6676	4294.296	6432.293	6432.3	0.0	4294.3	0.0
15	32.5631	129.5229	16.9472	50	0.7076	4993.356	7057.022	7057.0	0.0	4993.4	0.0
16	32.5631	124.1436	13.2264	50	0.6714	5384.592	8019.745	8019.7	0.0	5384.6	0.0
17	32.5631	118.7643	10.6071	53	0.5722	6982.637	12203.156	12203.2	0.0	6982.6	0.0
18	44.5935	137.8792	Kein Schnitt mit Gelände								
19	37.2641	140.2815	28.3246	50	0.7020	8380.315	11937.526	11937.5	0.0	8380.3	0.0
20	37.2641	134.9022	23.5109	50	0.7202	7097.700	9855.565	9855.6	0.0	7097.7	0.0
21	37.2641	129.5229	18.1556	50	0.6311	3173.000	5027.407	5027.4	0.0	3173.0	0.0
22	37.2641	124.1436	13.5774	50	0.5382	2335.449	4339.147	4339.1	0.0	2335.4	0.0
23	37.2641	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
24	37.2641	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								
25	41.9650	140.2815	29.1982	50	0.5807	3437.543	5919.184	5919.2	0.0	3437.5	0.0
26	41.9650	134.9022	Kein Schnitt mit Gelände								
27	41.9650	129.5229	Kein Schnitt mit Gelände								
28	41.9650	124.1436	Kein Schnitt mit Gelände								
29	41.9650	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
30	41.9650	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 27.09.2022

31	46.6660	140.2815	Kein Schnitt mit Gelände								
32	46.6660	134.9022	Kein Schnitt mit Gelände								
33	46.6660	129.5229	Kein Schnitt mit Gelände								
34	46.6660	124.1436	Kein Schnitt mit Gelände								
35	46.6660	118.7643	Kein Schnitt mit Gelände								
36	46.6660	113.3850	Kein Schnitt mit Gelände								
37	25.4221	137.8792	26.2776	50	0.2305	6048.164	26236.747	26236.7	0.0	6045.8	2.4
38	25.4221	132.3209	16.6224	50	0.2763	957.046	3464.275	3464.3	0.0	957.0	0.0
39	25.4221	126.7626	11.0851	50	0.4384	1024.628	2336.942	2336.9	0.0	1024.6	0.0
40	25.4221	121.2043	5.5895	50	0.6259	608.385	971.951	972.0	0.0	608.4	0.0
41	44.5935	132.3209	Kein Schnitt mit Gelände								
42	30.2149	137.8792	22.7726	50	0.4993	2356.932	4720.888	4720.9	0.0	2356.9	0.0
43	30.2149	132.3209	17.7810	50	0.6339	3046.766	4806.749	4806.7	0.0	3046.8	0.0
44	30.2149	126.7626	13.3860	50	0.6882	3360.306	4883.020	4883.0	0.0	3360.3	0.0
45	30.2149	121.2043	9.4758	50	0.6209	3142.860	5061.404	5061.4	0.0	3142.9	0.0
46	30.2149	115.6460	7.4251	67	0.5292	5201.166	9828.670	9828.7	0.0	5201.2	0.0
47	35.0078	137.8792	24.9978	50	0.6855	6108.420	8910.681	8910.7	0.0	6108.4	0.0
48	35.0078	132.3209	20.7747	50	0.7231	7668.145	10604.952	10605.0	0.0	7668.1	0.0
49	35.0078	126.7626	15.6865	50	0.6807	4739.502	6962.221	6962.2	0.0	4739.5	0.0
50	35.0078	121.2043	10.1421	51	0.5966	1669.348	2798.005	2798.0	0.0	1669.3	0.0
51	35.0078	115.6460	nicht berechnet								
52	39.8006	137.8792	26.5066	50	0.6572	4809.280	7318.355	7318.4	0.0	4809.3	0.0
53	39.8006	132.3209	21.8006	50	0.4988	4210.177	8439.877	8439.9	0.0	4210.2	0.0
54	39.8006	126.7626	17.3151	50	0.4053	3681.862	9084.833	9084.8	0.0	3681.9	0.0
55	39.8006	121.2043	Kein Schnitt mit Gelände								
56	39.8006	115.6460	Kein Schnitt mit Gelände								

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
48	35.0078	132.3209	20.7747	50	0.7231	7668.145	10604.952	10605.0	0.0	7668.1	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.580	2	10.000	112.380	3	19.060	118.420	4	22.610	118.490	5	26.790	116.500
6	47.490	116.500												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	16.23	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	38.66	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	33.87	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	23.04	4.80	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	23.04	4.80	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	23.04	4.80	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	26.790	116.500	37.490	111.410	1
2	37.490	111.410	47.490	111.220	1
3	0.000	112.378	10.000	112.178	2
4	10.000	112.178	19.062	118.250	2
5	18.747	117.965	23.558	117.965	3
6	0.000	111.378	10.370	111.178	4
7	10.370	111.178	20.547	117.965	4
8	21.228	117.965	35.161	111.406	4
9	35.161	111.406	37.491	111.406	4
10	11.548	111.963	35.161	111.406	5
11	0.000	108.000	47.491	108.000	6

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.000	2	20.000	109.710	3	23.650	116.850	4	47.490	116.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	20.00	20.00	19.34	22.34	118.45

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 110.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 116.85

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 21.7951 118.6607

x / y (Ende): 20.8059 109.6167

Anzahl Radien = 40

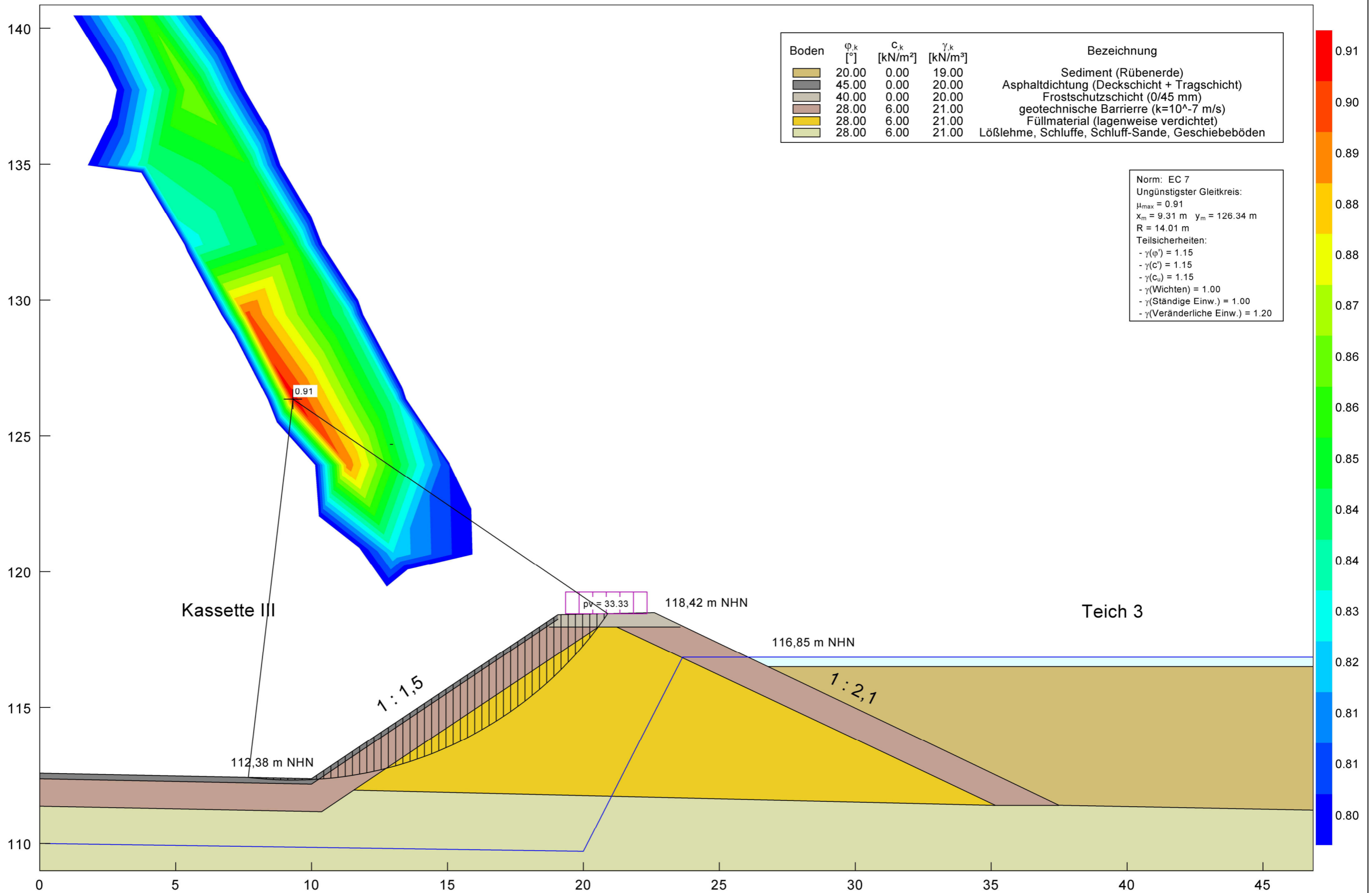
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.2214	140.4699	28.8183	50	0.8326	10.486	12.595	12.6	0.0	10.5	0.0
2	0.2214	134.9587	24.2115	50	0.8333	0.046	0.055	0.1	0.0	0.0	0.0
3	0.2214	129.4475	Kein Schnitt mit Gelände								
4	0.2214	123.9363	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.2214	118.4252	Kein Schnitt mit Gelände								
6	13.0337	132.0382	16.9952	50	0.6825	1954.318	2863.658	2863.7	0.0	1954.3	0.0
7	3.9238	140.4699	28.5922	50	0.8934	5483.859	6138.367	6138.4	0.0	5483.9	0.0
8	3.9238	134.9587	23.3071	50	0.8799	2840.190	3227.851	3227.9	0.0	2840.2	0.0
9	3.9238	129.4475	18.0220	50	0.5452	487.603	894.303	894.3	0.0	487.6	0.0
10	3.9238	123.9363	11.8325	50	0.0001	-7.705	435.303	435.3	0.0	-7.7	0.0
11	3.9238	118.4252	6.8796	50	0.0001	-8.499	499.295	499.3	0.0	-8.5	0.0
12	13.0337	126.3387	11.9739	50	0.8494	1868.993	2200.298	2200.3	0.0	1869.0	0.0
13	7.6262	140.4699	27.0095	50	0.7700	4266.222	5540.789	5540.8	0.0	4266.2	0.0
14	7.6262	134.9587	22.4027	50	0.8844	4980.853	5631.807	5631.8	0.0	4980.9	0.0
15	7.6262	129.4475	17.1176	50	0.9387	2863.007	3049.828	3049.8	0.0	2863.0	0.0
16	7.6262	123.9363	11.6064	50	0.6460	453.138	701.488	701.5	0.0	453.1	0.0
17	9.8306	121.2514	7.5649	50	0.8220	11.556	14.058	14.1	0.0	11.6	0.0
18	13.0337	120.6391	7.6309	50	0.8585	1551.924	1807.706	1807.7	0.0	1551.9	0.0
19	11.3285	140.4699	25.2007	50	0.5558	1826.647	3286.800	3286.8	0.0	1826.6	0.0
20	11.3285	134.9587	20.3678	50	0.7124	2620.860	3678.864	3678.9	0.0	2620.9	0.0
21	11.3285	129.4475	15.5349	50	0.8575	2660.852	3103.092	3103.1	0.0	2660.9	0.0
22	11.3285	123.9363	11.1542	50	0.9276	2405.162	2592.756	2592.8	0.0	2405.2	0.0
23	7.1928	115.3163	5.6996	51	0.2058	346.891	1685.454	1685.5	0.0	346.9	0.0
24	16.7549	132.0382	21.2910	50	0.3872	6871.165	17744.653	17744.7	0.0	6861.7	9.4
25	15.0309	140.4699	28.8183	50	0.4088	8221.299	20110.997	20111.0	0.0	8206.7	14.6
26	15.0309	134.9587	23.3071	50	0.4420	6839.342	15473.380	15473.4	0.0	6828.1	11.2
27	15.0309	129.4475	13.5000	50	0.6017	978.991	1626.967	1627.0	0.0	979.0	0.0
28	15.0309	123.9363	6.8584	50	0.8095	1.852	2.287	2.3	0.0	1.9	0.0
29	15.0309	118.4252	2.3788	50	0.7790	3.827	4.912	4.9	0.0	3.8	0.0
30	16.7549	126.3387	10.1651	50	0.5347	675.574	1263.503	1263.5	0.0	675.6	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

31	18.7333	140.4699	30.8532	50	0.3038	11049.504	36367.973	36368.0	0.0	11034.9	14.6
32	18.7333	134.9587	25.3420	50	0.3119	8818.312	28270.234	28270.2	0.0	8807.1	11.2
33	18.7333	129.4475	19.8308	50	0.3148	6544.530	20789.550	20789.5	0.0	6536.7	7.9
34	18.7333	123.9363	7.0845	50	0.3571	228.160	638.962	639.0	0.0	228.2	0.0
35	16.7549	137.7378	26.7645	50	0.3645	8191.827	22474.406	22474.4	0.0	8178.9	12.9
36	16.7549	120.6391	4.2394	50	0.7725	206.792	267.706	267.7	0.0	206.8	0.0
37	1.8700	137.7378	25.6340	50	0.8324	10.959	13.166	13.2	0.0	11.0	0.0
38	1.8700	132.0382	21.0649	50	0.4184	178.618	426.909	426.9	0.0	178.6	0.0
39	1.8700	126.3387	Kein Schnitt mit Gelände								
40	1.8700	120.6391	Kein Schnitt mit Gelände								
41	13.0337	137.7378	25.6340	50	0.5052	7175.910	14203.454	14203.5	0.0	7163.0	12.9
42	5.5913	137.7378	25.6340	50	0.9005	5528.120	6139.018	6139.0	0.0	5528.1	0.0
43	5.5913	132.0382	19.9345	50	0.8725	2255.181	2584.659	2584.7	0.0	2255.2	0.0
44	5.5913	126.3387	14.4610	50	0.5100	293.082	574.632	574.6	0.0	293.1	0.0
45	5.5913	120.6391	9.6658	50	0.0377	60.901	1615.673	1615.7	0.0	60.9	0.0
46	5.2615	116.7294	6.2060	50	0.0287	28.811	1004.882	1004.9	0.0	28.8	0.0
47	9.3125	137.7378	23.5991	50	0.7529	3080.344	4091.374	4091.4	0.0	3080.3	0.0
48	9.3125	132.0382	18.8040	50	0.8826	3581.045	4057.283	4057.3	0.0	3581.0	0.0
49	9.3125	126.3387	14.0088	50	0.9462	2930.648	3097.364	3097.4	0.0	2930.6	0.0
50	12.1858	116.8707	2.6096	50	0.8025	2.153	2.683	2.7	0.0	2.2	0.0
51	9.6893	115.1750	5.5583	57	0.4537	1177.604	2595.453	2595.5	0.0	1177.6	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
49	9.3125	126.3387	14.0088	50	0.9462	2930.648	3097.364	3097.4	0.0	2930.6	0.0



Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

**Böschungsberechnung nach EC 7
 mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

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

Teilsicherheiten: (GEO-3)

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	112.580	2	10.000	112.380	3	19.060	118.420	4	22.610	118.490	5	26.790	116.500
6	47.490	116.500												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	20.00	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	45.00	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	40.00	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	28.00	6.00	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	28.00	6.00	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	28.00	6.00	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	17.56	0.00	19.00	Sediment (Rübenerde)
2	41.01	0.00	20.00	Asphaltdichtung (Deckschicht + Tragschicht)
3	36.12	0.00	20.00	Frostschuttschicht (0/45 mm)
4	24.81	5.22	21.00	geotechnische Barriere (k=10 ⁻⁷ m/s)
5	24.81	5.22	21.00	Füllmaterial (lagenweise verdichtet)
6	24.81	5.22	21.00	Lößlehme, Schluffe, Schluff-Sande, Geschiebeböden

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	26.790	116.500	37.490	111.410	1
2	37.490	111.410	47.490	111.220	1
3	0.000	112.378	10.000	112.178	2
4	10.000	112.178	19.062	118.250	2
5	18.747	117.965	23.558	117.965	3
6	0.000	111.378	10.370	111.178	4
7	10.370	111.178	20.547	117.965	4
8	21.228	117.965	35.161	111.406	4
9	35.161	111.406	37.491	111.406	4
10	11.548	111.963	35.161	111.406	5
11	0.000	108.000	47.491	108.000	6

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	0.000	110.000	2	20.000	109.710	3	23.650	116.850	4	47.490	116.850

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.33	33.33	19.34	22.34	118.45

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 110.00
 Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 116.85

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 21.7951 118.6607

x / y (Ende): 20.8059 109.6167

Anzahl Radien = 40

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	0.2214	140.4699	29.7227	50	0.7732	3185.751	4120.302	4120.3	0.0	3185.8	0.0
2	0.2214	134.9587	24.2115	50	0.7666	0.046	0.060	0.1	0.0	0.0	0.0
3	0.2214	129.4475	Kein Schnitt mit Gelände								
4	0.2214	123.9363	Kein Schnitt mit Gelände								
5	0.2214	118.4252	Kein Schnitt mit Gelände								
6	13.0337	132.0382	16.7691	50	0.6534	1789.971	2739.487	2739.5	0.0	1790.0	0.0
7	3.9238	140.4699	28.5922	50	0.8578	6158.327	7179.122	7179.1	0.0	6158.3	0.0
8	3.9238	134.9587	23.3071	50	0.8381	3070.321	3663.501	3663.5	0.0	3070.3	0.0
9	3.9238	129.4475	18.0220	50	0.5016	487.603	972.069	972.1	0.0	487.6	0.0
10	3.9238	123.9363	11.8325	50	0.0001	-7.705	473.156	473.2	0.0	-7.7	0.0
11	3.9238	118.4252	6.8796	50	0.0001	-8.499	542.787	542.8	0.0	-8.5	0.0
12	13.0337	126.3387	11.7478	50	0.8346	1828.386	2190.658	2190.7	0.0	1828.4	0.0
13	7.6262	140.4699	26.7834	50	0.7449	4184.280	5616.919	5616.9	0.0	4184.3	0.0
14	7.6262	134.9587	22.1766	50	0.8523	4946.996	5804.055	5804.1	0.0	4947.0	0.0
15	7.6262	129.4475	17.1176	50	0.8974	3107.347	3462.608	3462.6	0.0	3107.3	0.0
16	7.6262	123.9363	11.6064	50	0.5943	453.138	762.487	762.5	0.0	453.1	0.0
17	9.8306	121.2514	7.5649	50	0.7563	11.556	15.280	15.3	0.0	11.6	0.0
18	13.0337	120.6391	7.8570	50	0.8233	1958.534	2378.972	2379.0	0.0	1958.5	0.0
19	11.3285	140.4699	28.1400	50	0.5038	7459.284	14805.379	14805.4	0.0	7456.4	2.9
20	11.3285	134.9587	20.3678	50	0.6837	2873.074	4201.969	4202.0	0.0	2873.1	0.0
21	11.3285	129.4475	15.5349	50	0.8367	3059.490	3656.498	3656.5	0.0	3059.5	0.0
22	11.3285	123.9363	11.1542	50	0.8932	2616.244	2929.138	2929.1	0.0	2616.2	0.0
23	7.1928	115.3163	5.6996	51	0.1875	340.861	1818.238	1818.2	0.0	340.9	0.0
24	16.7549	132.0382	21.2910	50	0.3562	6871.165	19287.667	19287.7	0.0	6861.7	9.4
25	15.0309	140.4699	28.8183	50	0.3761	8221.299	21859.780	21859.8	0.0	8206.7	14.6
26	15.0309	134.9587	23.3071	50	0.4066	6839.342	16818.891	16818.9	0.0	6828.1	11.2
27	15.0309	129.4475	13.5000	50	0.5764	1049.407	1820.719	1820.7	0.0	1049.4	0.0
28	15.0309	123.9363	8.4411	50	0.8039	972.933	1210.336	1210.3	0.0	972.9	0.0
29	15.0309	118.4252	2.3788	50	0.7167	3.827	5.339	5.3	0.0	3.8	0.0
30	16.7549	126.3387	10.1651	50	0.5189	739.263	1424.706	1424.7	0.0	739.3	0.0

Projekt: Kassettenverfahren - Rübenerdeverbleib
 Standsicherheitsberechnungen der Randdämme
 Auftraggeber: Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG
 Ersteller: Asmus + Prabucki · Ingenieure Beratungsgesellschaft mbH
 Projektnr.: A-2548
 Datum: 28.09.2022

31	18.7333	140.4699	30.8532	50	0.2795	11049.504	39530.405	39530.4	0.0	11034.9	14.6
32	18.7333	134.9587	25.3420	50	0.2870	8818.762	30726.847	30726.8	0.0	8807.5	11.2
33	18.7333	129.4475	19.8308	50	0.2896	6544.863	22596.473	22596.5	0.0	6537.0	7.9
34	18.7333	123.9363	7.0845	50	0.3410	239.879	703.414	703.4	0.0	239.9	0.0
35	16.7549	137.7378	26.7645	50	0.3353	8191.827	24428.702	24428.7	0.0	8178.9	12.9
36	16.7549	120.6391	4.2394	50	0.7888	252.136	319.664	319.7	0.0	252.1	0.0
37	1.8700	137.7378	26.5384	50	0.7719	2744.817	3556.103	3556.1	0.0	2744.8	0.0
38	1.8700	132.0382	21.0649	50	0.3849	178.618	464.031	464.0	0.0	178.6	0.0
39	1.8700	126.3387	Kein Schnitt mit Gelände								
40	1.8700	120.6391	Kein Schnitt mit Gelände								
41	13.0337	137.7378	25.6340	50	0.4648	7175.910	15438.540	15438.5	0.0	7163.0	12.9
42	5.5913	137.7378	25.6340	50	0.8666	6168.437	7118.180	7118.2	0.0	6168.4	0.0
43	5.5913	132.0382	19.9345	50	0.8288	2419.534	2919.434	2919.4	0.0	2419.5	0.0
44	5.5913	126.3387	14.4610	50	0.4692	293.082	624.600	624.6	0.0	293.1	0.0
45	5.5913	120.6391	9.6658	50	0.0347	60.907	1756.107	1756.1	0.0	60.9	0.0
46	5.2615	116.7294	6.2060	50	0.0264	28.881	1091.994	1092.0	0.0	28.9	0.0
47	9.3125	137.7378	23.5991	50	0.7322	3546.034	4842.852	4842.9	0.0	3546.0	0.0
48	9.3125	132.0382	18.8040	50	0.8551	4065.023	4754.133	4754.1	0.0	4065.0	0.0
49	9.3125	126.3387	14.0088	50	0.9057	3165.449	3494.934	3494.9	0.0	3165.4	0.0
50	12.1858	116.8707	2.6096	50	0.7383	2.153	2.916	2.9	0.0	2.2	0.0
51	9.6893	115.1750	5.5583	56	0.4166	1132.133	2717.825	2717.8	0.0	1132.1	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
49	9.3125	126.3387	14.0088	50	0.9057	3165.449	3494.934	3494.9	0.0	3165.4	0.0

Anhang 2

Kostenberechnung



Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

LV 0 Errichtung eines 3-zelligen Kassettensystems

Abschnitt 1. Kasette I und II

Bereich 1.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung

Titel 1.1.1. Baustelleneinrichtung und -räumung

1.1.1.10. Baustelleneinrichtung	1,00 psch	75.000,00 €	75.000,00 €
1.1.1.20. Baustelleneinrichtung vor-, unterhalten und betreiben	14,00 Mo	7.500,00 €	105.000,00 €
1.1.1.30. Bürocontainer für AG	1,00 psch	3.000,00 €	3.000,00 €
1.1.1.40. Bürocontainer für AG vorhalten	14,00 Mo	350,00 €	4.900,00 €
1.1.1.50. Baustelle räumen	1,00 psch	15.000,00 €	15.000,00 €
1.1.1.60. Zwischenlager herrichten und betreiben	1,00 psch	10.000,00 €	10.000,00 €
1.1.1.70. Verkehrssicherung	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
1.1.1.80. Bauzaun aufstellen, vorhalten und wieder aufnehmen	1.000,00 m	10,00 €	10.000,00 €
1.1.1.90. Straßenreinigung	1,00 psch	15.000,00 €	15.000,00 €
1.1.1.100. Wasserhaltungsmaßnahmen	1,00 psch	7.500,00 €	7.500,00 €
1.1.1.110. Maßnahmen zur Staubminderung	1,00 psch	10.000,00 €	10.000,00 €
1.1.1.120. Sicherungsmaßnahmen Hochspannungsleitung	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
Summe Titel 1.1.1. Baustelleneinrichtung und -räumung			262.900,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.1.2. Technische Bearbeitung

1.1.2.10. Eignungsnachweise mineralische und polymere Materialien			
	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
1.1.2.20. Eigenprüfung			
	1,00 psch	45.000,00 €	45.000,00 €
1.1.2.30. Ausführungsstatik / Standsicherheit			
	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
1.1.2.40. Beweissicherung			
	1,00 psch	500,00 €	500,00 €
1.1.2.50. Urgeländeaufnahme			
	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
1.1.2.60. Absteckung und Vermessung			
	1,00 psch	20.000,00 €	20.000,00 €
1.1.2.70. Bestandspläne			
	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
1.1.2.80. Abschlussdokumentation			
	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
		Summe Titel 1.1.2. Technische Bearbeitung	83.000,00 €
		Summe Bereich 1.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung	345.900,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Bereich 1.2. Errichtung der Kassetten

Titel 1.2.1. Vorbereitende Maßnahmen

1.2.1.10.	Entfernung Bewuchs und Rodungsarbeiten		
	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
1.2.1.20.	Oberbodenabtrag und zwischenlagern		
	61.000,00 m ²	2,00 €	122.000,00 €
	Summe Titel 1.2.1. Vorbereitende Maßnahmen		127.000,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.2. Profilierungsarbeiten/ Errichtung der Dämme

1.2.2.10. Bodenabtrag inklusive Aufnahmen und Verfahren			
	63.000,00 m ³	7,00 €	441.000,00 €
1.2.2.20. Bodenauftrag inklusive Dämme			
	44.500,00 m ³	6,00 €	267.000,00 €
1.2.2.30. Boden auf Zwischenlager aufmieten			
	18.500,00 m ³	1,50 €	27.750,00 €
1.2.2.40. Erstellung Planum für geotechnische Barriere			
	46.500,00 m ²	1,00 €	46.500,00 €
	Summe Titel 1.2.2. Profilierungsarbeiten/ Errichtung der Dämme		<u>782.250,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.3. Abdichtung der Kassetten I und II

1.2.3.10. Material geotechnische Barriere liefern			
	45.000,00 m ³	15,00 €	675.000,00 €
1.2.3.20. Material geotechnische Barriere einbauen			
	45.000,00 m ³	8,00 €	360.000,00 €
1.2.3.30. Asphaltbefestigung 0,2 m			
	46.000,00 m ²	50,00 €	2.300.000,00 €
	Summe Titel 1.2.3. Abdichtung der Kassetten I und II		<u>3.335.000,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise

1.2.4.10. Planum herstellen	1.950,00 m ²	1,00 €	1.950,00 €
1.2.4.20. Trenn-/Filtervlies liefern und verlegen	1.950,00 m ²	2,00 €	3.900,00 €
1.2.4.30. Frostschuttschichtmaterial liefern und einbauen	1.700,00 m ²	25,00 €	42.500,00 €
1.2.4.40. Asphaltbefestigung 0,2 m	1.450,00 m ²	50,00 €	72.500,00 €
1.2.4.50. Bankette herstellen	220,00 m	5,00 €	1.100,00 €
Summe Titel 1.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise			<u>121.950,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.5. Wege in Schotterbauweise

1.2.5.10.	Planum herstellen	4.700,00 m ²	1,00 €	4.700,00 €
1.2.5.20.	Trenn-/Filtervlies liefern und einbauen	4.700,00 m ²	2,00 €	9.400,00 €
1.2.5.30.	Frostschuttschichtmaterial liefern und einbauen	3.600,00 m ²	25,00 €	90.000,00 €
1.2.5.40.	Splittabdeckung liefern und einbauen	2.800,00 m ²	5,00 €	14.000,00 €
1.2.5.50.	Bankette herstellen	870,00 m	5,00 €	4.350,00 €
Summe Titel 1.2.5. Wege in Schotterbauweise				<u>122.450,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.6. Zufahrt und Haltebuch

1.2.6.10. Planum herstellen	1.950,00 m ²	1,00 €	1.950,00 €
1.2.6.20. Trenn-/Filtervlies liefern und verlegen	1.950,00 m ²	3,00 €	5.850,00 €
1.2.6.30. Frostschuttschichtmaterial liefern und einbauen	1.700,00 m ³	30,00 €	51.000,00 €
1.2.6.40. Asphaltbefestigung 0,2 m	750,00 m ²	50,00 €	37.500,00 €
1.2.6.50. Bankette herstellen	330,00 m	5,00 €	1.650,00 €
Summe Titel 1.2.6. Zufahrt und Haltebuch			<u>97.950,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.7. Abschlussarbeiten Dämme

1.2.7.10. Zwischengelagerten Oberboden einbauen			
	1.600,00 m ³	8,00 €	12.800,00 €
1.2.7.20. Regio-Rasenansaat liefern und ausbringen			
	7.700,00 m ²	2,00 €	15.400,00 €
1.2.7.30. Erosionsschutzmatten liefern und einbauen			
	7.700,00 m ²	3,00 €	23.100,00 €
1.2.7.40. Erosionsschutz / Hangbefestigung Mitteldamm			
	2.000,00 m ²	20,00 €	40.000,00 €
	Summe Titel 1.2.7. Abschlussarbeiten Dämme		91.300,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 1.2.8. Abschließende Arbeiten

1.2.8.10. Einfriedung der gesamten Anlage			
	1.000,00 m	60,00 €	60.000,00 €
1.2.8.20. Toranlage liefern und einbauen			
	1,00 Stck	15.000,00 €	15.000,00 €
	Summe Titel 1.2.8. Abschließende Arbeiten		75.000,00 €
	Summe Bereich 1.2. Errichtung der Kassetten		4.752.900,00 €
	Summe Abschnitt 1. Kasette I und II		5.098.800,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Abschnitt 2. Errichtung der Kassette III

Bereich 2.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung

2.1.10.	Baustelleneinrichtung	1,00 psch	25.000,00 €	25.000,00 €
2.1.20.	Baustelleneinrichtung vor-, unterhalten und betreiben	8,00 Mo	7.500,00 €	60.000,00 €
2.1.30.	Bürocontainer für AG	1,00 psch	3.000,00 €	3.000,00 €
2.1.40.	Bürocontainer für AG vorhalten	8,00 Mo	350,00 €	2.800,00 €
2.1.50.	Baustelle räumen	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
2.1.60.	Zwischenlager herrichten und betreiben	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
2.1.70.	Verkehrssicherung	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
2.1.80.	Straßenreinigung	1,00 psch	7.500,00 €	7.500,00 €
2.1.90.	Wasserhaltungsmaßnahmen	1,00 psch	7.500,00 €	7.500,00 €
2.1.100.	Maßnahmen zur Staubminderung	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 2.1.1. Technische Bearbeitung

2.1.1.10. Eignungsnachweise mineralische und polymere Materialien			
	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
2.1.1.20. Eigenprüfung			
	1,00 psch	20.000,00 €	20.000,00 €
2.1.1.30. Ausführungsstatik / Standsicherheit			
	1,00 psch	5.000,00 €	5.000,00 €
2.1.1.40. Beweissicherung			
	1,00 psch	500,00 €	500,00 €
2.1.1.50. Urgeländeaufnahme			
	1,00 psch	1.500,00 €	1.500,00 €
2.1.1.60. Absteckung und Vermessung			
	1,00 psch	7.500,00 €	7.500,00 €
2.1.1.70. Bestandspläne			
	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
2.1.1.80. Abschlussdokumentation			
	1,00 psch	2.500,00 €	2.500,00 €
		Summe Titel 2.1.1. Technische Bearbeitung	44.500,00 €
		Summe Bereich 2.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung	167.800,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Bereich 2.2. Errichtung der Kasette III

Titel 2.2.1. Errichtung Abschlussdamm

2.2.1.10. Profilierung der Planumsfläche			
	3.700,00 m ²	1,50 €	5.550,00 €
2.2.1.20. Trennvlies/ Geogitter liefern und einbauen			
	3.700,00 m ²	7,00 €	25.900,00 €
2.2.1.30. Kalk-Zement-Binder zur Stabilisierung liefern			
	260,00 t	130,00 €	33.800,00 €
2.2.1.40. Einbau Material zur Untergrundverbesserung			
	1.900,00 m ³	7,00 €	13.300,00 €
2.2.1.50. Fräsen der unteren Lagen mit Kalk-Zement-Binder			
	1.900,00 m ³	8,00 €	15.200,00 €
2.2.1.60. Bodenmaterial für Dammbau liefern und einbauen			
	12.000,00 m ³	7,00 €	84.000,00 €
	Summe Titel 2.2.1. Errichtung Abschlussdamm		177.750,00 €

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 2.2.2. Profilierungsarbeiten

2.2.2.10. Bodenabtrag	41.500,00 m ³	7,00 €	290.500,00 €
2.2.2.20. Bodenauftrag (ohne Abschlussdamm)	500,00 m ³	6,00 €	3.000,00 €
2.2.2.30. Boden auf Zwischenlager aufmieten	29.000,00 m ³	1,50 €	43.500,00 €
2.2.2.40. Erstellung Planum für geotechnische Barriere	5.600,00 m ²	1,00 €	5.600,00 €
	Summe Titel 2.2.2. Profilierungsarbeiten		<u>342.600,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 2.2.3. Abdichtung der Kasette III

2.2.3.10.	Material geotechnische Barriere für Böschungen liefern		
	6.000,00 m ³	15,00 €	90.000,00 €
2.2.3.20.	Material geotechnische Barriere für Böschungen einbauen		
	6.000,00 m ³	8,00 €	48.000,00 €
2.2.3.30.	Asphaltbefestigung herstellen 0,2 m		
	28.500,00 m ²	50,00 €	1.425.000,00 €
	Summe Titel 2.2.3. Abdichtung der Kasette III		<u>1.563.000,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 2.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise

2.2.4.10.	Planum herstellen		
	550,00 m ²	1,00 €	550,00 €
2.2.4.20.	Trenn-/Filtervlies liefern und verlegen		
	550,00 m ²	2,00 €	1.100,00 €
2.2.4.30.	Frostschuttschichtmaterial liefern und einbauen		
	450,00 m ²	25,00 €	11.250,00 €
2.2.4.40.	Asphaltbefestigung herstellen 0,2 m		
	350,00 m ²	50,00 €	17.500,00 €
	Summe Titel 2.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise		<u>30.400,00 €</u>

Pos.Nr.	Menge	Einheitspreis	Gesamtpreis
---------	-------	---------------	-------------

Titel 2.2.5. Wege in Schotterbauweise

2.2.5.10.	Planum herstellen	1.900,00 m ²	1,00 €	1.900,00 €
2.2.5.20.	Trenn-/Filtervlies liefern und verlegen	1.900,00 m ²	2,00 €	3.800,00 €
2.2.5.30.	Frostschuttschichtmaterial liefern und einbauen	1.500,00 m ²	25,00 €	37.500,00 €
2.2.5.40.	Splittabdeckung liefern und einbauen	1.200,00 m ²	5,00 €	6.000,00 €
2.2.5.50.	Bankette herstellen	360,00 m	5,00 €	1.800,00 €
	Summe Titel 2.2.5. Wege in Schotterbauweise			<u>51.000,00 €</u>
	Summe Bereich 2.2. Errichtung der Kasette III			<u>2.164.750,00 €</u>
	Summe Abschnitt 2. Errichtung der Kasette III			<u>2.332.550,00 €</u>
	Summe LV 0 Errichtung eines 3-zelligen Kassettensystems			<u>7.431.350,00 €</u>

Zusammenfassung

Titel 1.1.1. Baustelleneinrichtung und -räumung	262.900,00 €
Titel 1.1.2. Technische Bearbeitung	83.000,00 €
Bereich 1.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung	345.900,00 €
Titel 1.2.1. Vorbereitende Maßnahmen	127.000,00 €
Titel 1.2.2. Profilierungsarbeiten/ Errichtung der Dämme	782.250,00 €
Titel 1.2.3. Abdichtung der Kassetten I und II	3.335.000,00 €
Titel 1.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise	121.950,00 €
Titel 1.2.5. Wege in Schotterbauweise	122.450,00 €
Titel 1.2.6. Zufahrt und Haltebucht	97.950,00 €
Titel 1.2.7. Abschlussarbeiten Dämme	91.300,00 €
Titel 1.2.8. Abschließende Arbeiten	75.000,00 €
Bereich 1.2. Errichtung der Kassetten	4.752.900,00 €
Abschnitt 1. Kassette I und II	5.098.800,00 €
Titel 2.1.1. Technische Bearbeitung	44.500,00 €
Bereich 2.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung	167.800,00 €
Titel 2.2.1. Errichtung Abschlussdamm	177.750,00 €
Titel 2.2.2. Profilierungsarbeiten	342.600,00 €
Titel 2.2.3. Abdichtung der Kassette III	1.563.000,00 €
Titel 2.2.4. Wege und Rampen in Asphaltbauweise	30.400,00 €
Titel 2.2.5. Wege in Schotterbauweise	51.000,00 €
Bereich 2.2. Errichtung der Kassette III	2.164.750,00 €
Abschnitt 2. Errichtung der Kassette III	2.332.550,00 €
Gesamt netto	<u>7.431.350,00 €</u>
zzgl. 19,0 % MwSt	<u>1.411.956,50 €</u>
Gesamt brutto	<u><u>8.843.306,50 €</u></u>

Ort/Datum/Stempel/rechtsverbindliche Unterschrift