

BV Plangebiet Rondorf Nord-West

- Geotechnischer Entwurfsbericht - - Böschungsstandsicherheit Galgenbergsee -

Stand sicherheitsuntersuchung
Version 2.1

Bauherr: Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG
Oskar-Jäger-Str. 173
50825 Köln

Entwurfsverfasser: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln

Köln, 21.04.2021



Projekt	BV Plangebiet Rondorf Nord-West
Bericht	Geotechnischer Entwurfsbericht Böschungsstandsicherheit Galgenbergsee Bericht V 2.1
Interne Projektnummer	170875
Bearbeitung	Dr.-Ing. G. Kollmann
Umfang	27 Seiten zzgl. Anhänge gemäß Verzeichnis
Auftraggeber	Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG Oskar-Jäger-Str. 173 50825 Köln
Auftragnehmer	Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH Widdersdorfer Straße 190 50825 Köln Telefon: 0 221 170 917 0 Telefax: 0 221 170 917 99 Kontakt: koeln@mullundpartner.de Internet: http://www.mullundpartner.de

Köln, den 21.04.2021



Dr. Jürgen Margane
(Geschäftsführer)



REVISIONEN

Datum	Version	Änderungen	Bemerkung
28.05.2020	0.0	Abgabe	
04.06.2020	0.1	Abgabe	Fehlerkorrektur
15.07.2020	1.0	Abgabe	Ergänzung Lärmschutzwall
21.08.2020	1.1	Abgabe	Korrektur Abbildung
21.04.2021	2.1	Abgabe	Einarbeitung Einwände



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 ALLGEMEINES	7
1.1 Vorgang, Veranlassung	7
1.2 Verwendete Unterlagen	7
2 PLANGEBIET	8
2.1 Bestehende Situation	8
2.2 Planung	10
2.3 Allgemeine geologische und hydrogeologische Einordnung	11
2.4 Allgemeine Gefährdungspotentiale des Untergrunds	12
3 BAUGRUNDERKUNDUNG	12
3.1 Felduntersuchungen	12
3.2 Grundwasserstände	13
3.3 Bodenmechanische Laborversuche	14
4 BAUGRUNDBESCHREIBUNG	14
4.1 Bodenschichten	14
4.2 Bodenmechanische Rechenwerte und bautechnische Klassifizierung	15
4.3 Bemessungs-Grundwasserstände	16
4.4 Umwelttechnische Einstufung der Böden	16
5 BEMESSUNGSGRUNDLAGEN	16
5.1 Strömungsrandbedingungen	16
5.2 Bodenmechanische Kennwerte Abgrabungsbereiche	17
5.3 Bodenmechanische Kennwerte Verfüllbereiche	19
5.4 Berechnungsmodell, Software	19
5.5 Bemessungsschnitte	20
5.6 Verkehrslastansatz	20
5.7 Bebauung	20
5.8 Erdbeben	21
5.9 Teilsicherheitsbeiwerte und Standsicherheit	21
5.10 Entwurfsgrundsätze	22
5.10.1 Böschung	22

5.10.2	Setzungsfließen.....	22
6	ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN	23
6.1	Profil 3B (Böschungsbruch Süd, Gebäude)	23
6.2	Profil 4 (Böschungsbruch Süd)	23
6.3	Profil 5	24
6.4	Profil 3A (Böschungsbruch Nord, Lärmschutzwall)	24
6.5	Gesamtergebnis und weiteres Vorgehen	25
6.6	Tiefenverdichtung	25
6.6.1	Raster:.....	26
6.6.2	Verdichtung Böschungsbereiche	26
7	ABSCHLIEßENDE HINWEISE.....	26

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage I	Abbildungen
Anlage I.1.	Übersichtslageplan
Anlage I.2.	Lageplan der Aufschlusspunkte
Anlage I.3.	Lageplan der Neuplanung
Anlage I.4.	Anhang_2_Profile_Blatt1_20200312
Anlage I.5.	Anhang_2_Profile_Blatt2_20200603
Anlage II	Felduntersuchungen
Anlage II.1.	Übersichtstabelle der Bodenaufschlüsse
Anlage II.2.	Bohrprofile
Anlage III	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage III.1.	Übersichtstabelle
Anlage III.2.	Versuchsprotokolle
Anlage IV	Berechnungen
Anlage IV.1.	Schnitt 3B, BS-P - Endzustand
Anlage IV.2.	Schnitt 3B, BS-E - Erdbeben
Anlage IV.3.	Schnitt 3B, BS-T- Bauzustand
Anlage IV.4.	Schnitt 4, BS-P - Endzustand
Anlage IV.5.	Schnitt 4, BS-E - Erdbeben
Anlage IV.6.	Schnitt 4, BS-T - Bauzustand



- Anlage IV.7. Schnitt 5, BS-P - Endzustand
 Anlage IV.8. Schnitt 5, BS-E – Erdbeben
 Anlage IV.9. Schnitt 3A, BS-P - Endzustand
 Anlage IV.10. Schnitt 3A, BS-E - Erdbeben

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1: Kenndaten des Grundstückes	9
Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Beanspruchungen und geotechnische Kenngrößen.....	21
Tabelle 3: Ausnutzungsgrad Profil 3B (x/y= Gebäude/Böschung, BST: keine Gebäude)	23
Tabelle 4: Ausnutzungsgrad Profil 4 (x/y= Gebäude/Böschung, BST: keine Gebäude).....	24
Tabelle 5: Ausnutzungsgrad Profil 5 (x/y= Straße/Böschung, kein BST)	24
Tabelle 6: Ausnutzungsgrad Profil 3A (x/y= Lärmschutzwall/Böschung; kein BST)	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1: Plangebiet Ist-Zustand (Quelle: [1])	8
Abbildung 2: Nördlicher Teil des Plangebiets zukünftiger Zustand (Quelle: [2]).....	10
Abbildung 3: Plangebiet Überlagerung Bestandssee und Planungssee (Quelle:[5]).....	10
Abbildung 4: Ausschnitt geologische Karte (Quelle: BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).....	11
Abbildung 5: Seequerschnitt mit Wasserständen	13
Abbildung 6: Raster Tiefenverdichtung	26
Abbildung 7: Verdichtung Böschungsbereiche	26



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

GOK	Geländeoberfläche
KRB	Kleinrammbohrung
ET	Endteufe
UK	Unterkante
UKF	Unterkante Fundamente / Gründungssohle
UW-Schüttung	unter Wasser Schüttung



1 ALLGEMEINES

1.1 Vorgang, Veranlassung

In dem Plangebiet Rondorf Nord-West soll der bestehende Galgenbergsee teilverlagert werden. Dies geschieht durch eine teilweise Abgrabung im Westen und eine Verfüllung im Osten.

Die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH erhielt mit Datum vom 24.03.2020 den Auftrag zur Durchführung der Feld- und Laboruntersuchungen sowie der Erarbeitung des Geotechnischen Entwurfsberichts und die Standsicherheitsberechnung für die Seeverlagerung nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 4084.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung lagen die folgenden Unterlagen vor:

Planungsunterlagen

- [1] Vermessungsbüro KDS: Amtlicher Lageplan; Maßstab 1:2.000; Stand: 04.05.2018; 180504_KRO_KD_15254-02_Rondorf_Gesamtplan_1-2000_2018-05-04.pdf (Bestandsplan)
- [2] West 8 urban design & landscape architecture b.v.: Maßstab 1:1.500; Stand: 04.03.2021; 210304_KRO_W8_210304_S429 Plan 62 (Neugestaltung)
- [3] PB Koenzen, Januar 2020: Anhang_2_Profile_Blatt1_20200312: Lageplan
- [4] PB Koenzen, Juni 2020: Anhang_2_Profile_Blatt2_20200603: Schnitte
- [5] PB Koenzen, März 2020: Anhang_1_Massenbewegung_20200309
- [6] Erftverband per mail vom 14.11.2018: Angaben zu Grundwasserständen

Regelwerke, Literatur mit besonderem Projektbezug

- [7] DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 (aktuelle Fassung)
- [8] DIN 4084 (aktuelle Fassung)
- [9] DIN-Fachbericht 130: Wechselwirkung Boden-Bauwerk bei Flachgründungen
- [10] DIN EN 1992
- [11] DIN 4019 – 2014-01 worauf in DIN 1055-3,6.3.1,73.1 und 8 Bezug genommen wird
- [12] DIN 1072 (veraltet, wird äquivalent zur Lastermittlung angesetzt)
- [13] Bezirksregierung Köln: Geodatenportal TIM-Online (Webdienst)
- [14] Eurocode 7 (aktuelle Fassung)
- [15] DIN 4020 (aktuelle Fassung)
- [16] DIN EN 1998-1 und 5 (aktuelle Fassung)
- [17] Bundesanstalt für Wasserbau: Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB), Karlsruhe, 2010



- [18] Bundesanstalt für Wasserbau: Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD), Karlsruhe, 2011
- [19] Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen"; EAU (aktuelle Fassung)
- [20] R. Floss ZTVE-StB, Kommentar und Leitlinien (aktuelle Fassung)
- [21] G. Gudehus, J. Keßler, B. Lucke 2015: "Setzungsfließen" in Geotechnik 38, Heft 4, 2015

Eigene Berichte

- [22] Nutzungs- und Planungsorientierte Gefährdungsabschätzung für die Altlastenverdachtsflächen im Plangebiet Rondorf Nord-West Orientierende Phase; MuP Köln; November 2018

2 PLANGEBIET

2.1 Bestehende Situation

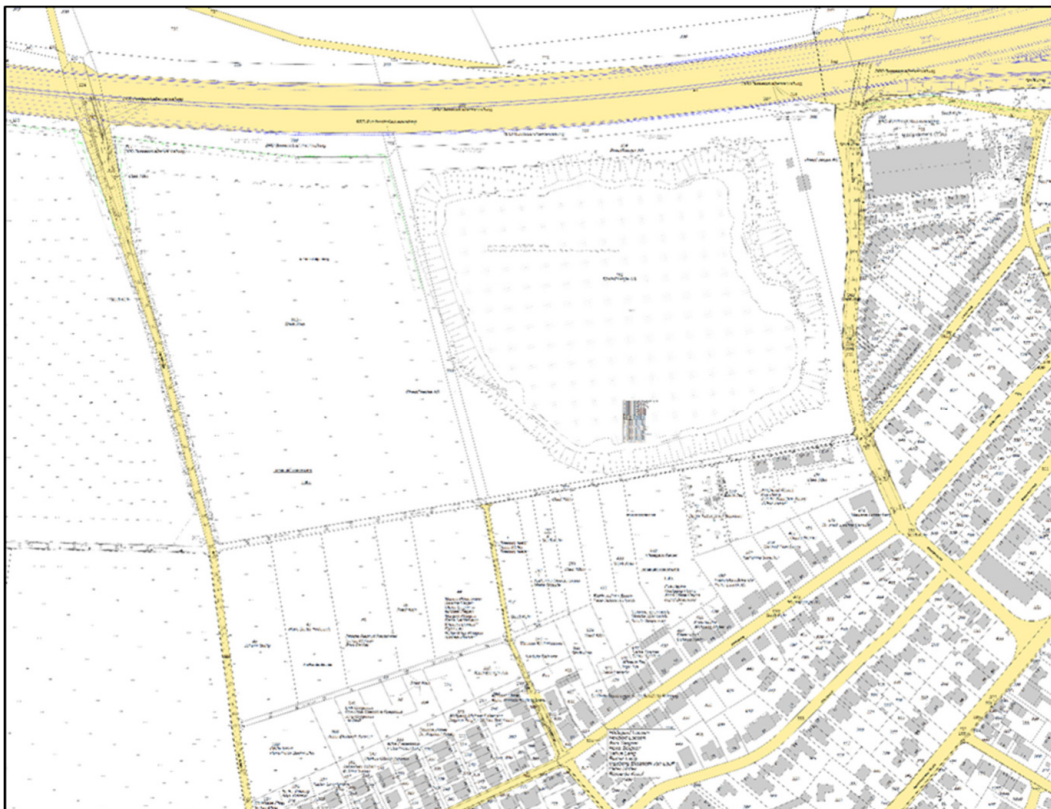


Abbildung 1: Plangebiet Ist-Zustand (Quelle: [1])

Das Plangebiet liegt im linksrheinischen Kölner Stadtteil Rondorf, ca. 3 km südwestlich des Rheins. Im Norden begrenzt die Autobahn A4 das Gebiet, im Osten der Weißdornweg. Nach Süden reicht



das Gebiet bis zur bereits vorhandenen Bebauung, im Westen bis zur Husarenstraße und der Straße Auf dem Schneeberg.

Das gegenständliche Gutachten betrachtet die Flurstücke 312, 313 und 162 der Flur 7, Gemarkung Rondorf-Land. Die Geländearbeiten wurden in Bereich der Flurstücke 312 und 313 durchgeführt.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Kenndaten der Untersuchungsflächen aufgeführt.

Tabelle 1: Kenndaten des Grundstückes

Flächenzustand	unversiegelt und unbebaut	
Adresse	Am Höfchen / Weißdornweg, 50997 Köln	
Bundesland	Nordrhein-Westfalen	
Stadt/Stadtteil	Köln-Rondorf	
Gemarkung	Rondorf-Land	
Flur	7	
	Erweiterungsfläche See	bestehender See mit Randbereich
Flurstücke	312, 313	162
mittlere Geländehöhe	51,4 m NHN	ca. 40 m NHN (Oberfläche See) bis 52 m NHN
Grundstücksgröße	ca. 69.000 m ²	ca. 80.000 m ² (davon ca. 51.000 m ² See)

Die Gesamtgröße der zu betrachtenden Flächen beträgt ca. 15 ha. Davon umfasst der See etwa 5 ha.

Das Gelände der für die potenzielle See-Erweiterung vorgesehenen Fläche weist eine mittlere Geländehöhe von 51,4 m NHN auf. Im Bereich des Flurstücks 162 fällt das Gelände zum See hin ein. Die Neigung der Böschung beträgt dabei stellenweise mehr als 60°. Der Wasserspiegel des Sees liegt bei 38,7 bis 39,6 m NHN, der Böschungskopf erreicht bis zu 52 m NHN.

2.2 Planung



Abbildung 2: Nördlicher Teil des Plangebiets zukünftiger Zustand (Quelle: [2])

Die Überlagerung der beiden Flächen sieht dann folgendermaßen aus:

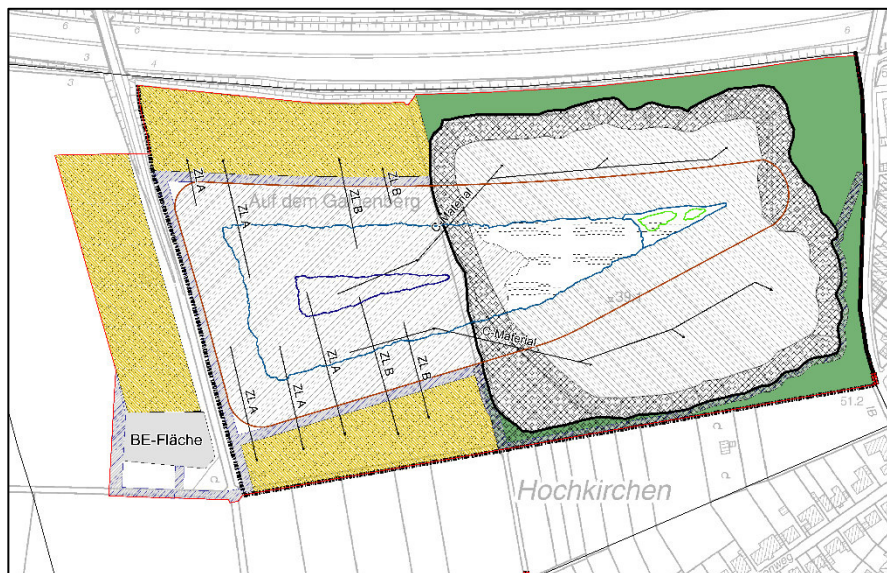


Abbildung 3: Plangebiet Überlagerung Bestandssee und Planungssee (Quelle:[5])

2.3 Allgemeine geologische und hydrogeologische Einordnung

Regionalgeologisch befindet sich das Grundstück am Südrand der Niederrheinischen Bucht. Der geogene Untergrund wird von kiesig-sandigen Terrassenablagerungen der Niederterrasse des Rheins mit Gesamtmächtigkeiten von ca. 20 - 25 m aufgebaut, die von bis zu wenigen Meter mächtigen lehmigen Hochflutsedimenten überlagert sind. Im Liegenden der quartären Sedimente folgen tertiäre Feinsande und Schluffe.

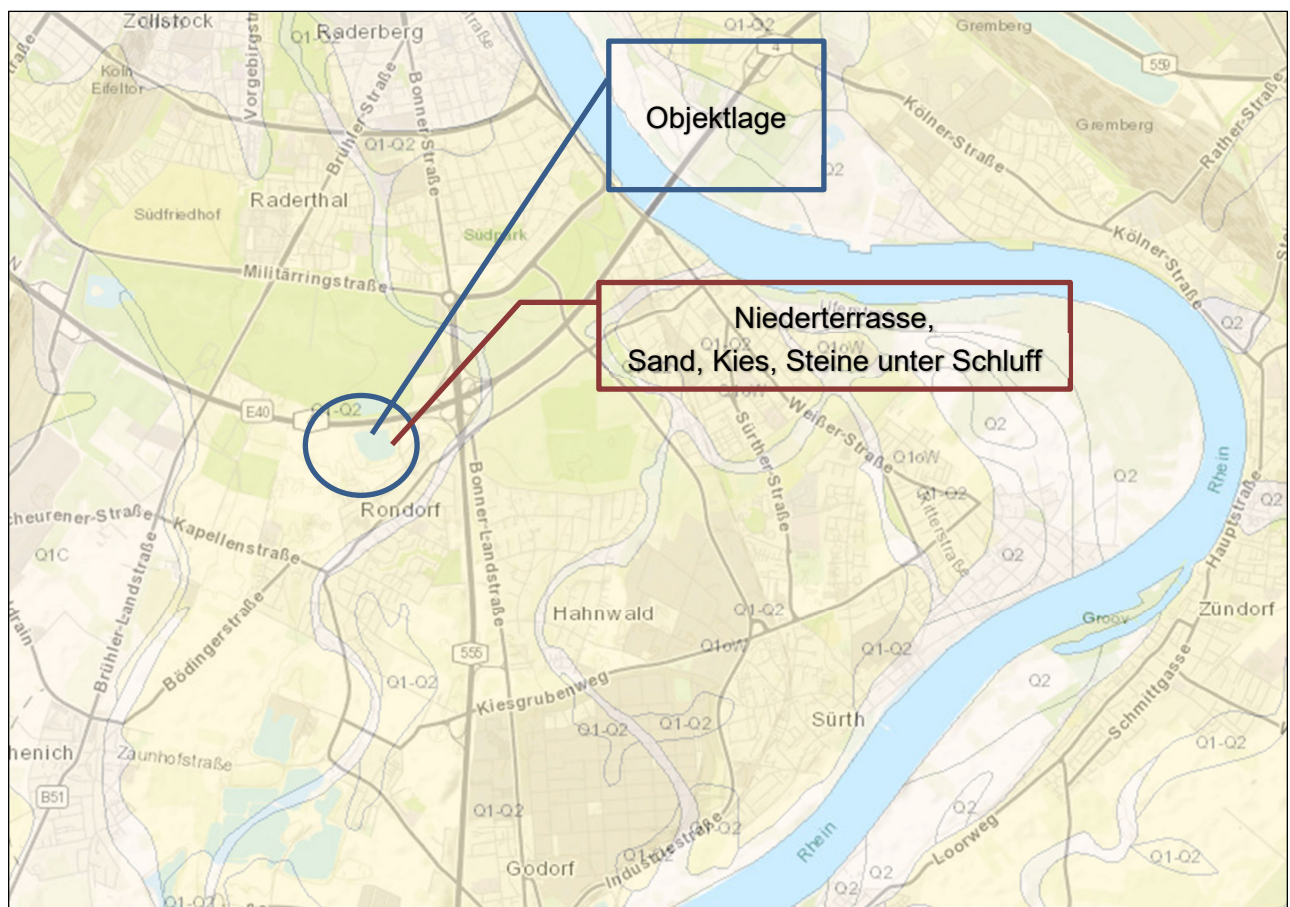


Abbildung 4: Ausschnitt geologische Karte (Quelle: BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)

Die untersuchte Fläche weist im Bereich des Sees eine anthropogene Überprägung in Form von Auffüllungen aus umgelagerten Terrassensedimenten auf. Der Oberboden des angrenzenden Ackers ist durch Pflugarbeiten geprägt und weist vereinzelt geringe Mengen anthropogener Beimengungen auf. Die geogenen Hochflutlehmablagerungen wurden im Zuge der historischen Auskiesung im Bereich des Sees ausgeräumt, sodass im Liegenden der Auffüllung die Kiese und Sande der Terrassensedimente folgen.

Im Bereich des Ausläufers der Altablagerung „Auf der Heidekaul 3-5“ (Nr. 20407) steht ein humoser Oberboden an, der keine anthropogene Beeinflussung zeigt und von Hochflutlehm gefolgt von Terrassensedimenten unterlagert wird.

Die kiesig-sandigen Terrassenablagerungen bilden den obersten Grundwasserleiter mit freier Grundwasseroberfläche und guten Durchlässigkeiten (k_f -Wert ca. 10^{-4} m/s). Die Tertiäroberfläche fungiert als Grundwassergeringleiter bis -stauer.

Es herrscht eine übergeordnet nach Nordosten bis Osten zum Vorfluter Rhein bzw. zum ca. 650 m entfernten Wasserwerk Hochkirchen gerichtete Grundwasserfließrichtung.

Das Untersuchungsgelände befindet sich in der Wasserschutzzone III (Hochkirchen). Unmittelbar nördlich der ehem. Kiesgrube beginnt die Wasserschutzzone II des Einzugsgebietes Wasserwerk Hochkirchen.

2.4 Allgemeine Gefährdungspotentiale des Untergrunds

Erdbeben:

Für das Baufeld gilt nach [16] folgende Zuordnung

- Erdbebenzone: 1
- Untergrundklasse: T
- Baugrundklasse: B

3 BAUGRUNDERKUNDUNG

3.1 Felduntersuchungen

Im Rahmen der aktuellen Baugrunduntersuchung wurden im März 2020 die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- | | |
|--------|---|
| 4 Stck | Hohlbohr-Schneckenbohrungen (B), $\varnothing$ 210 mm, nach DIN EN ISO 22475 zur Feststellung der Bodenarten und Entnahme von Bodenproben, erreichte Endtiefen von 18,0 bis 20,0 m u. GOK; Bezeichnung B 1 bis B 4. |
|--------|---|

Der Aufschluss B1 mussten vor Erreichen der geplanten Endtiefe abgebrochen werden, da die Bodenwiderstände keine weitere Vertiefung zuließen, vgl. Anlage II.2.



Je laufenden Meter bzw. bei organoleptischer Auffälligkeit sowie bei Schichtwechseln wurden gestörte Bodenproben (75 Stück) in luftdichte Behälter abgefüllt und zur Beweissicherung inventarisiert.

Das mit den Bohrungen erbohrte Bodenmaterial wurde vor Ort durch den bearbeitenden Diplom-Geologen gemäß DIN EN ISO 14688 nach organoleptischen und ingenieurgeologischen Kriterien angesprochen und in den Schichtenverzeichnissen nach DIN 4023 bezeichnet.

Die Höhe der Bohransatzpunkte wurde mit einem Nivelliergerät eingemessen.

Die Lage der Bohrungen ist in Anlage I.2 dargestellt. Die Kenndaten der Bohrungen sind tabellarisch in der Anlage II.1 zusammengestellt. Die Schichtenprofile der Bohrungen sind in der Anlage II.2 zusammengestellt.

3.2 Grundwasserstände

Im Rahmen der Geländearbeiten wurde bei ca. 15 m u. GOK = ca. 35,8 – 37,8 m NHN die grundwasserführende Schicht angetroffen.

Nach den Angaben des Erftverbandes [6] liegen die relevanten Grundwasserstände bei:

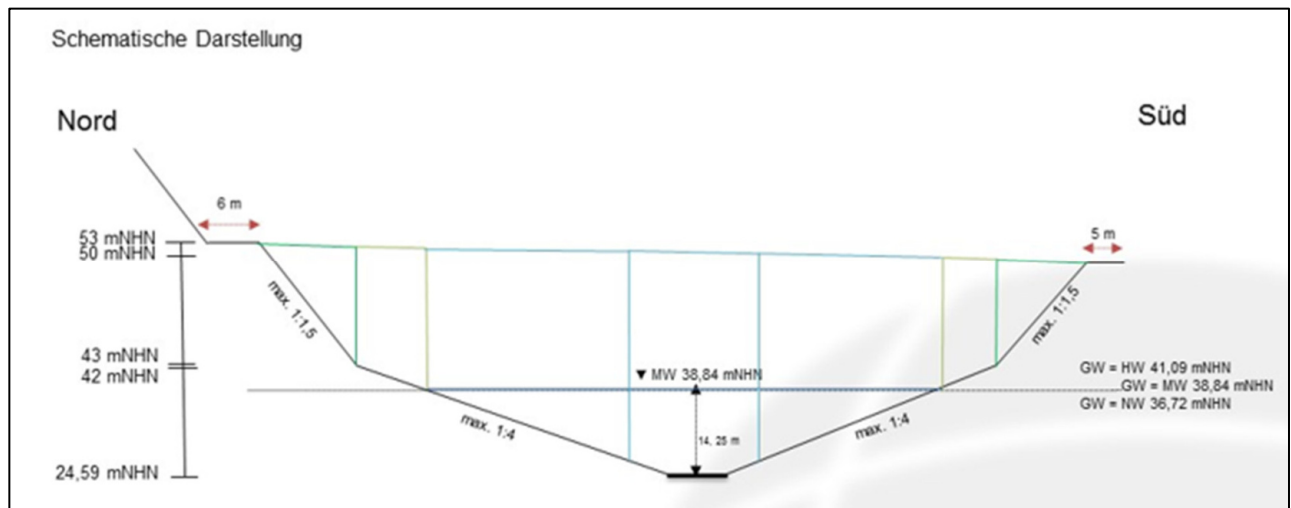


Abbildung 5: Seequerschnitt mit Wasserständen

höchster GW-Stand / HW:	41,09 m NHN
mittlerer GW-Stand / MW:	38,84 m NHN
niedrigster GW-Stand / NW:	36,72 m NHN

3.3 Bodenmechanische Laborversuche

An exemplarischen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche zur Klassifikation der Böden im Baugrundlabor der Fa. Albotec, Mühlheim durchgeführt:

10 Stck	Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1
10 Stck	Bestimmung der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
2 Stck	Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12
2 Stck	Bestimmung der dichtesten und lockersten Lagerung nach DIN 18126

Eine Übersicht der Versuchsergebnisse ist als Anlage III.1 beigelegt. Die vollständigen Versuchsprotokolle können der Anlage III.2 entnommen werden.

4 BAUGRUNDBESCHREIBUNG

4.1 Bodenschichten

Die erkundeten Bodenarten können auf Basis der Erkundungsergebnisse, der allgemeinen Geologie und der in Bezug genommenen Planung mit dem folgenden ingenieurmäßigen Schichtenmodell idealisiert werden:

Schicht 1: humoser Oberboden

Ab der Geländeoberfläche stehen im Bereich der rechten Nische zunächst Oberböden an.

Die Schichtmächtigkeit liegt bei ca. 0,4 m.

Schicht 2: Hochflutlehm

Unterhalb der Auffüllung stehen tonige, schwach feinsandige Schluffe an.

Die Schichtunterkante wurde bei ca. 2,60 m bis 6,00 m u. GOK erreicht, was einem Niveau von ca. 49,52 m bis 45,77 m NHN entspricht.

Schicht 3: Terrassensedimente

Unterhalb des Hochflutlehms stehen schluffige bis stark schluffige, fein- bis grobkiesige Sande bis Kiese an.

Die Schichtmächtigkeit variiert zwischen ca. 14,0 bis 17,0 m. Ihre Schichtunterkante wurde nicht durchteuft.



Schicht 4: Tertiär

Die Schicht 4 folgt unterhalb der Terrassensedimente und wurde nicht erbohrt. Es handelt sich um tertiäre Feinsande. Zur Feststellung der Teufe wurde die Messstelle 957783 des Erftverbandes herangezogen. Demnach liegt die Oberkante des Tertiärs bei ca. 24,50 m u. GOK = ca. 27,70 m NHN.

4.2 Bodenmechanische Rechenwerte und bautechnische Klassifizierung

Zur Durchführung bodenmechanischer Berechnungen nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 können für die idealisierte Schichteneinteilung und die hier behandelte Bauaufgabe die nachfolgenden charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte angesetzt werden.

Schicht 1: Oberboden

Bodenarten:		U, s'-s, h + fS, u'-u*, h, (g')
		Fremdstoffe: Wurzelreste, Ziegelbruch
Bodenklasse	DIN 18196	OU, OH

Schicht 2: Hochflutlehm

Bodenarten:		U, t, fs'
Wichte	γ / γ'	18,5 – 20,5 / 9– 10 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_s / c_k	25,0° - 27,5° / 4 - 6 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	4 bis 7 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	k_f	<10 ⁻⁵ m/s
Bodenklasse	DIN 18196	SU*, TL, ST*
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F3
Bodengruppe	DWA	G3-G4
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV-StB	V2 - V3

Schicht 3: Terrassensedimente

Bodenarten:		S-G, u-u*, fg-mg
Wichte	γ / γ'	18 bis 20 / 9 bis 11 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	32,5° - 35° / 0 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	60 bis 80 MN/m ² bei 1 UG (42,0 m NHN)
Steifigkeit	E_s	80 bis 100 MN/m ² (< 42,0 m NHN)
Wasserdurchlässigkeit	k_f	> 10 ⁻⁵ m/s



Bodenklasse	DIN 18196	SE, SU, SU*, GU, GU*
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F1, F2, F3
Bodengruppe	DWA	G1, G2, G3
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A	V1-V2

Schicht 4: Tertiär

Bodenarten:		S
Wichte	γ / γ'	18 bis 20 / 10 bis 11 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	30,0 – 32,5° / 0 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	60 bis 100 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	k_f	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵ m/s
Bodenklasse	DIN 18196	SE, SW
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F1
Bodengruppe	DWA	G1
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A	V1

4.3 Bemessungs-Grundwasserstände

Für die Baumaßnahme werden die folgenden charakteristischen Wasserstände zur Berücksichtigung in der Planung empfohlen:

höchster GW-Stand / HW:	41,09 m NHN
mittlerer GW-Stand / MW:	38,84 m NHN
niedrigster GW-Stand / NW:	36,72 m NHN

4.4 Umwelttechnische Einstufung der Böden

In einem separaten Gutachten wurde die Umwelttechnische Einstufung der Böden [22] für das Bauvorhaben (Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, 2018) erarbeitet.

5 BEMESSUNGSGRUNDLAGEN

5.1 Strömungsrandbedingungen

Aufgrund der relativ guten Durchlässigkeit der Terrassensedimente ist eine starke Durchströmung des Untergrundes infolge eines möglichen Potentialausgleichs zwischen dem HW (41,09 m NHN) und dem NW (36,72 m NHN) nicht möglich, da der Potentialunterschied immer mit geringer Druckdifferenz ausgeglichen wird.



Aus Wasserströmung erzeugte Versagenszustände (Durchströmung, Filterstabilität) sind damit für die Standsicherheit untergeordnet. Es wird daher nur ein Potentialunterschied zwischen HW (41,09 m NHN) und MW (38,84 m NHN) angesetzt. Es wird ebenfalls angenommen, dass der Potentialabbau 5 m hinter der Böschung beginnt.

Man kann davon ausgehen, dass der Wasserspiegel der Dupuit-Gleichung genügt. Die Reichweite des Potentialabbau kann daher durch die Gleichung

$$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} \text{ [m]}$$

beschrieben werden.

Mit:

$$s = 41,09 \text{ m NHN} - 38,84 \text{ m NHN} = 2,25 \text{ m}$$

$$k_f = 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$R = 3000 \times 2,25 \times \sqrt{1,5 \times 10^{-5}} = \underline{\underline{21,3 \text{ m}}}$$

Demnach liegt die Annahme von 5 m auf der sicheren Seite, da hierdurch mit höherem Porenwasserdruck gerechnet wird.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte Abgrabungsbereiche

Der Oberboden (Schicht 1) darf zur Umlagerung nicht genutzt werden. Er unterliegt besonderen Schutzvorschriften und ist vor Beginn der Bauarbeiten abzuschieben oder zu sichern.

Die Böden der Schicht 2 erreichen geringe Tragfähigkeiten bzw. erzeugen unter zusätzlichen Belastungen erhöhte Setzungsmaße, insbesondere in durchfeuchtetem Zustand. Sie sind daher für die Umlagerung nicht geeignet.

Grundsätzlich empfiehlt die BAW Bundesanstalt für Wasserbau in den Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB) [17], für Böschungswinkel bei Grundwasseraustritt an ungeschützten Böschungen unter Wasser:

$$\tan \beta \leq \frac{\gamma'}{\gamma_w + \gamma'} \tan \varphi' \quad (7-32)$$

mit

β Böschungswinkel oberhalb des abgesenkten Wasserspiegels [°]

γ' Wichte des Bodens unter Auftrieb [kN/m³]

γ_w Wichte des Wassers [kN/m³]

φ' effektiver Reibungswinkel des Bodens [°]

bzw, vereinfacht: $\beta \leq \varphi'/2$,

ebenso in [18]

Bei Dämmen aus nichtbindigem Dammmaterial wird eine ausreichende Sicherheit eingehalten, wenn gilt:

$\tan \beta \leq \tan \varphi'_d$ oberhalb der Sickerlinie

$\tan \beta \leq \frac{1}{2} \cdot \tan \varphi'_d$ unterhalb der Sickerlinie

Hierbei ist φ_d der Bemessungswert des Reibungswinkels $\tan \varphi'_d = \tan \varphi'_k / \gamma_\varphi$ und β der Böschungswinkel des Dammes.

Der Ansatz der Bemessungswert des Reibungswinkel ist demnach gerechtfertigt:

Auf der Basis der in Kapitel 4.2 genannten Spannweiten werden für die Terrassensedimente die folgenden bodenmechanischen Rechenwerte in Ansatz gebracht:

Schicht 3: Terrassensediment, Abgrabungsbereiche

Wichte	γ / γ'	19 / 10,5 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	32,5° / 0 kN/m ²

Diese Werte gelten jedoch nur für Abgrabungsbereiche.

Schicht 4: Tertiär

Wichte	γ / γ'	19 / 10,5 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	30,5° / 0 kN/m ²



5.3 Bodenmechanische Kennwerte Verfüllbereiche

Für die Schichten 1 und 2 gelten in 5.2 beschriebenen Verhältnisse.

Im Bereich der Wiederverfüllung unter Wasser kommt es beim Schüttvorgang zu einer Auflockerung und zu einem Fließverhalten der Terrassensedimente, die sich in einer abweichenden Dichte und in einem abweichendem Reibungswinkel darstellen. Unter Wasser kann die Lagerungsdichte auch nur eingeschränkt verbessert werden.

Gemäß EAU, E 175 [19] wird bei Schüttungen unter Wasser bei Mittelsanden orientierend eine Lagerungsdichte zwischen $D = 0,15$ bis $0,35$ erreicht, was einer lockeren Lagerung entspricht. Dies wirkt sich auf den Reibungswinkel und die Dichte aus:

Schicht 3: Terrassensediment, Verfüllbereiche **unter** Wasser

Wichte	γ / γ'	17 / 10,5 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	30,5° / 0 kN/m ²

Falls Gebäudebereiche im Bereich der Unterwasserschüttung liegen, ist dies bei Setzungsberechnungen zu berücksichtigen. Ggf. kann die Lagerungsdichte unter Wasser mittels Tiefenrüttelverfahren verbessert werden.

Anmerkung: Zur Vereinfachung des Modells wurden die Bodenparameter für die UW-Schüttung auch für die Auftragsbereich unterhalb der Sickerlinie verwendet. Das Modell liegt damit auf der sicheren Seite.

Schicht 3: Terrassensediment, Verfüllbereiche **über** Wasser

Wichte	γ / γ'	19 / 10,5 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	32,5° / 0 kN/m ²

Schicht 4: Tertiär

Wichte	γ / γ'	19 / 10,5 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	30,5° / 0 kN/m ²

5.4 Berechnungsmodell, Software

Für den Nachweis der Standsicherheit erfolgt die Berechnung der Böschungsbruchsicherheit nach DIN 4084.



Hierzu wird das folgende EDV-Programm eingesetzt

- GGU-STABILITY (Böschungsbruchberechnung nach Bishop)

5.5 Bemessungsschnitte

Für die Berechnung erscheinen die in Anlage I.4 und Anlage I.5 dargestellten Schnitte 3, 4 und 5 maßgebend.

Für die Abgrabung wird Schnitt 5 angesetzt, für die Wiederverfüllung die Schnitte 3 und 4. Im Schnitt 3 wird im Süden die Bebauung und im Norden der Lärmschutzwall untersucht.

Für den Schnitt 5 wird der ungünstige Aufschluss der B 4 als maßgebendes Bemessungsprofil verwendet.

Für die Bemessungsschnitte wird die Geländegeometrie gemäß [4] genutzt.

5.6 Verkehrslastansatz

Zum Einbau (Bauzustand) wird als größte Last ein Dumper mit ca. 25 to Eigengewicht und 30 to Nutzlast angenommen. Die 55 Tonnen werden über 6 Räder verteilt und in den Untergrund eingeleitet. Hieraus ergibt sich die folgende charakteristische Verkehrslasteinwirkung:

$$55 \text{ to} / 6 \text{ Räder} = 9 \text{ to/Rad} \approx 90 \text{ kN/Rad}$$

Die einwirkende Last ist gemäß [12] äquivalent zu der Radlast des Lastenschemas (SLW 60) für Regelklassen für Straßen- und Wegebrücken. Folglich erscheint die Annahme der Ersatzflächenlast gemäß [12] von $p' = 33,3 \text{ kN/m}^2$ auf einer Breite von $b = 3,0 \text{ m}$ für den Bemessungsansatz als angemessen.

Für die Straßen (Endzustand) wird ebenfalls das Lastschema SLW 60 verwendet.

Die Stadtbahntrasse wurde mit einer Flächenlast von $33,3 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt. Nach Rückmeldung der KVB wären nur $13,3 \text{ kN/m}^2$ notwendig gewesen.

5.7 Bebauung

Gemäß dem städtebaulichen Plan ist die erste zu berücksichtigende Häuserreihe mit 4 Geschossen zzgl. Unterkellerung, geplant. Daraus ergibt sich nachfolgende Lastabschätzung, die auch für die zweite Gebäudereihe angesetzt wird:

$$25 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ Etagen} = 125 \text{ kN/m}^2$$



5.8 Erdbeben

Das Gelände befindet sich in der Erdbebenzone 1, Untergrundklasse T, Baugrundklasse B.

Es ergeben sich folgende Erddruckbeiwerte:

$$k_h = a(g) / 9,81 \times S/r$$

mit:

$$a(g) = \gamma_{(I)} \times a(gR) = 1,2 \times 0,4 = 0,48 \text{ [-]}$$

$$k_h = 0,48 / 9,81 \times 1,00 / 1 = 0,044 \text{ [-]}$$

$$k_v = 0,33 \times k_h = 0,33 \times 0,049 = 0,016 \text{ [-]}$$

5.9 Teilsicherheitsbeiwerte und Standsicherheit

Die Standsicherheitsuntersuchungen wurden gemäß DIN 4084 geführt. Hierbei handelt es sich um die Untersuchung des Böschungs- und Geländebruchs. Dies ist ein Versagen des Gesamtsystems. Der zugehörige Nachweis der Tragfähigkeit wird als Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit (GEO-3) bezeichnet.

Für Endböschungen werden die Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation BS-P des EC 7 gewählt. Für Zwischenstände bei Einbau oder Gewinnung wird die Bemessungssituation BS-T, als zeitlich begrenzte Situationen angesetzt. Für den Erdbebenzustand wird die Bemessungssituation BS-E angesetzt (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Beanspruchungen und geotechnische Kenngrößen

Einwirkung bzw. Beanspruchung	BS - P	BS-T	BS-E
Ständige Einwirkungen (Eigengewicht)	1,0	1,0	1,0
Ungünstige veränderliche Einwirkungen (Verkehrslast)	1,3	1,2	1,0
Bodenkenngröße	BS - P	BS-T	
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert $\tan \varphi_u$ des undränierten Bodens	1,25	1,15	1,0
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	1,25	1,15	1,0

Für die Erbringung des Nachweises, muss die Summe der Einwirkungen kleiner / gleich der Summe der Widerstände sein:



$$E_d \leq R_d$$

bzw. der Ausnutzungsgrad μ ergibt sich zu $\mu = E_d / R_d \leq 1$.

5.10 Entwurfsgrundsätze

5.10.1 Böschung

Grundsätzlich ist die Uferböschung unter Wasser mit einem Gefälle von $\beta \leq \varphi'/2 = \beta \leq 30^\circ/2 \leq 15^\circ = 1:3,7$ anzulegen (s. Kapitel 5.2).

Das ist bei der gewählten Neigung von $1:4 = 14^\circ < 15^\circ$ gegeben.

Die Bemessung erfolgt mit einem **theoretischen Böschungswinkel von 1:2**, der das worst-case Scenario abdeckt.

5.10.2 Setzungsfließen

Bei locker gelagerten, feinkörnigen Sanden, die in Seen / Uferbereichen verfüllt werden, tritt unter ungünstigen Umständen ein sogenanntes Setzungsfließen ein. Das entwickelt sich insbesondere, wenn das Grundwasser ansteigt und sich der Boden allmählich mit Wasser sättigt. Da bei diesem Vorgang das Wasser wie ein Gleitmittel wirkt und der statische Auftrieb die Adhäsionskräfte der Bodenteilchen stark verringert bekommt der Boden eine breiartige Substanz. Hier reichen schon kleine Auslöser, damit sich größere Erdmassen verflüssigen und abrutschen.

Wesentlich für die Entstehung sind nachfolgende Kriterien:

- Lagerungsdichte
- Kornform und -verteilung
- Wassergehalt

Bei der geplanten Verfüllung wird unter Wasser verfüllt, so dass ein langsamer Wasseranstieg hier keine Rolle spielt. Die Kornverteilung liegt auch im Schwerpunkt nicht bei Feinsanden, für die das Phänomen im Ostdeutschen Braunkohlenrevier häufig nachgewiesen wurde.

Insgesamt wird die Gefahr des Setzungsfließens für den Standort als gering eingeschätzt. Es wird jedoch empfohlen die Lagerungsdichte der UW-Verfüllung zu prüfen und ggf. mittels Rütteldruck- oder Rüttelstopfverdichtung die Lagerungsdichte unter Wasser auf mindestens 95% D_{Pr} zu erhöhen.

Einzelheiten zur Verdichtung sind Kap. 6.6 zu entnehmen.



6 ERGEBNISSE DER BERECHNUNGEN

Die Standsicherheiten der Böschungen (Ausnutzungsgrad) beziehen sich dabei auf die geplante Baugrundsituation.

6.1 Profil 3B (Böschungsbruch Süd, Gebäude)

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Böschungsbruchberechnung zusammenfassend für das Profil 3B dokumentiert. Hierbei wird der Fall betrachtet, wie auch für alle anderen Schnitte, dass ein Versagen der Böschung in Richtung des Sees eintritt. Im Profil 3B endet die eingebaute Bodenmasse vor der Neubebauung.

In den Anlage IV.1 bis Anlage IV.2 sind die untersuchten Gleitkreise dargestellt. Bei der Betrachtung mehrerer Versagensmechanismen wurde beim ungünstigsten Gleitkreis im End- und im Bauzustand ein Ausnutzungsgrad von $\mu_{\max} \leq 1,0$ erreicht. Folglich ist die Böschung gemäß des gültigen Sicherheitskonzeptes mit Ansatz der Verkehrslast und Gebäudelasten **standsicher**.

Tabelle 3: Ausnutzungsgrad Profil 3B (x/y= Gebäude/Böschung, BST: keine Gebäude)

Ausnutzungsgrad $\mu_{\max}$	Anlage	BS – P	BS-T	BS-E
Endzustand Verfüllung und Bebauung	IV.1	0,33 / 0,96		
Endzustand Verfüllung und Bebauung, Erdbeben	IV.2			0,41 / 0,91
Bauzustand, Verfüllung 1 m über HGW	IV.3		0,81	

Im Erdbebenfall liegen die Ausnutzungsgrade $\mu_{\max} \leq 1,0$ (vgl. Anlage IV.2). Auch hier ist das gültige Sicherheitskonzept eingehalten.

6.2 Profil 4 (Böschungsbruch Süd)

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Böschungsbruchberechnung zusammenfassend für das Profil 4 dokumentiert. Im Profil 4 ist die maximal eingebaute Bodenmasse repräsentiert, die bis unter die Neubebauung reicht.

In Anlage IV.4 bis Anlage IV.5 sind die untersuchten Gleitkreise dargestellt. Bei der Betrachtung mehrerer Versagensmechanismen wurde beim ungünstigsten Gleitkreis im End- und im Bauzustand ein Ausnutzungsgrad von $\mu_{\max} \leq 1,0$ erreicht. Folglich ist die Böschung gemäß des gültigen Sicherheitskonzeptes mit Ansatz der Verkehrslast und Gebäudelasten **standsicher**.



Tabelle 4: Ausnutzungsgrad Profil 4 (x/y= Gebäude/Böschung, BST: keine Gebäude)

Ausnutzungsgrad $\mu_{\max}$	Anlage	BS - P	BS-T	BS-E
Endzustand Verfüllung und Bebauung	IV.4	0,39 / 0,64		
Endzustand Verfüllung und Bebauung, Erdbeben	IV.5			0,42 / 0,78
Bauzustand, Verfüllung 1 m über HGW	IV.6		0,58	

Im Erdbebenfall liegen die Ausnutzungsgrade $\mu_{\max} \leq 1,0$ (vgl. Anlage IV.5). Auch hier ist das gültige Sicherheitskonzept eingehalten.

6.3 Profil 5

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Böschungsbruchberechnung zusammenfassend für das Profil 5 dokumentiert.

In der Anlage IV.7 bis Anlage IV.8 sind die untersuchten Gleitkreise dargestellt. Bei der Betrachtung mehrerer Versagensmechanismen wurde beim ungünstigsten Gleitkreis im Ende- und im Bauzustand ein Ausnutzungsgrad $\leq 1,0$ erreicht. Folglich ist die Böschung gemäß des gültigen Sicherheitskonzeptes mit Ansatz der Verkehrslast **standsicher**.

Tabelle 5: Ausnutzungsgrad Profil 5 (x/y= Straße/Böschung, kein BST)

Ausnutzungsgrad $\mu_{\max}$	Anlage	BS - P	BS-T	BS-E
Endzustand Abgrabung und Verkehrsfläche	IV.7	0,98 / 0,73		
Endzustand Abgrabung und Verkehrsfläche, Erdbeben	IV.8			0,86 / 0,65

Im Erdbebenfall liegen die Ausnutzungsgrade $\mu_{\max} \leq 1,0$ (vgl. Anlage IV.8). Auch hier ist das gültige Sicherheitskonzept eingehalten.

6.4 Profil 3A (Böschungsbruch Nord, Lärmschutzwall)

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Böschungsbruchberechnung zusammenfassend für das Profil 3A dokumentiert.

In den Anlage IV.9 bis Anlage IV.10 sind die untersuchten Gleitkreise dargestellt. Bei der Betrachtung mehrerer Versagensmechanismen wurde beim ungünstigsten Gleitkreis im Endzustand ein Ausnutzungsgrad von $\mu_{\max} \leq 1,0$ erreicht. Der Bauzustand ist mit dem Profil 3B (Süd) weitgehend identisch und wurde daher nicht untersucht.



Folglich ist die Böschung gemäß des gültigen Sicherheitskonzeptes mit Ansatz der Last durch den **Lärmschutzwall standsicher**.

Tabelle 6: Ausnutzungsgrad Profil 3A (x/y= Lärmschutzwall/Böschung; kein BST)

Ausnutzungsgrad $\mu_{\max}$	Anlage	BS – P	BS-T	BS-E
Endzustand Verfüllung und Lärmschutzwall	IV.9	0,80 / 0,54		
Endzustand Verfüllung und Lärmschutzwall, Erdbeben	IV.10			0,94 / 0,97

Im Erdbebenfall liegen die Ausnutzungsgrade $\mu_{\max} \leq 1,0$ (vgl. Anlage IV.10). Auch hier ist das gültige Sicherheitskonzept eingehalten. Im Erdbebenfall kommt es zu Abrutschungen an der Oberfläche des Lärmschutzwalls.

6.5 Gesamtergebnis und weiteres Vorgehen

Die Böschungsbruchsicherheit ist im End- und Bauzustand gegeben.

Im Erdbebenfall wird es im Unterwasserbereich zu oberflächennahen Bodenumlagerungen kommen. Ausweislich der berechneten Gleitkreise sind davon die Verkehrsflächen und Gebäudebereiche nicht betroffen

Zur Vermeidung von Gefahren durch Setzungsfließen sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Tiefenverdichtung mittels Rüttelstopf- oder Rütteldruckverdichtung der Unterwasserschüttung auf mind. 95% D_{Pr} .

6.6 Tiefenverdichtung

Die Tiefenverdichtung wird anhand eines Probefeldes von 50 m x 20 m untersucht und der Verdichtungserfolg abschließend mit mindestens 5 Drucksondierungen (CPT) und 5 schweren Rammsondierungen (DPH) geprüft. Zu Beginn wird die Verdichtung in einem 3 m x 3 m und einem 4 m x 4 m – Raster angelegt. Wenn die Verdichtung von 95% D_{Pr} nicht erreicht ist, werden die Abstände halbiert.

Nach Festlegung der Verdichtungsart und des Rasters wird der Verdichtungserfolg am kompletten See mittels Druck- und schweren Rammsondierungen nachgewiesen. Das Raster der Sondierungen sollte gemäß EC 7 (Linienbauwerke Deiche) 100 m nicht unterschreiten.

Nachfolgend wird die Ausführung der Verdichtung konkretisiert.



6.6.1 Raster:

Empfohlen wird zu Beginn ein Raster von 3,0 m x 3,0 m und eines mit 4,0 m x 4,0 m, je Reihe um den halben Abstand versetzt.

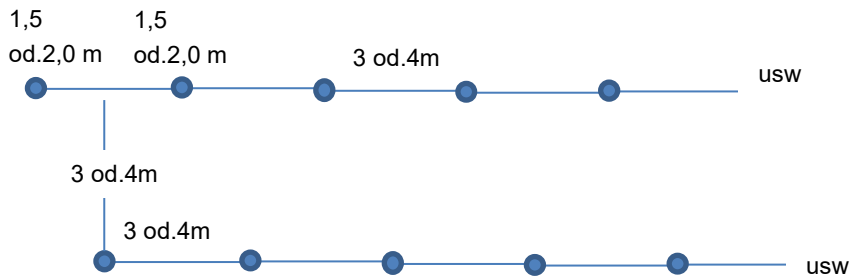


Abbildung 6: Raster Tiefenverdichtung

Die Verdichtung sollte bis 2 m in den anstehenden Boden reichen.

6.6.2 Verdichtung Böschungsbereiche

Die Böschungen lassen sich unter Wasser nicht verdichten. Daher wird empfohlen, die Böschungen zu überschütten, gem. Kapitel 1 zu verdichten und die Böschung danach wieder abzutragen und zu profilieren:

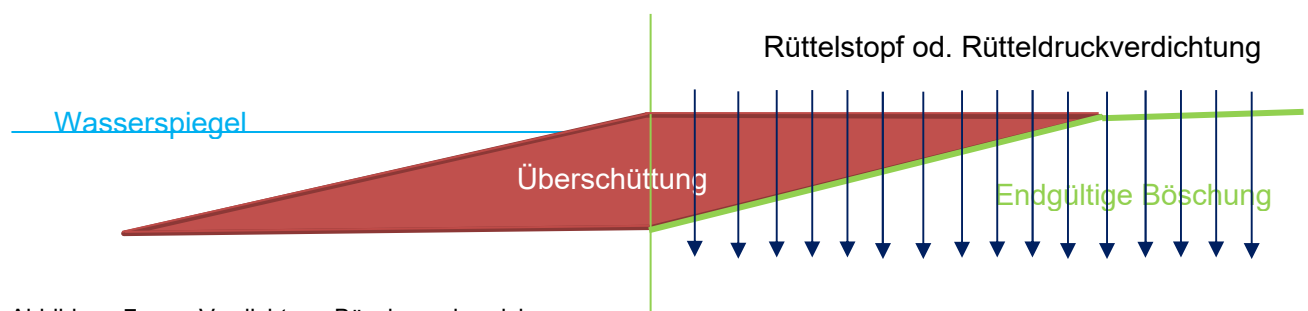


Abbildung 7: Verdichtung Böschungsbereiche

Die Böschung der Überschüttung ergibt sich aus dem sich ausbildenden natürlichen Schüttwinkel im Wasser, der sich erfahrungsgemäß bei ca. 1:4 bis 1:5 einstellen wird. Die Böschung ist damit im Bauzustand ohne Nachweis standsicher.

Das Abtrags- und Profilierungsverfahren wird im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt, da das Verfahren geräteabhängig ist.



7 ABSCHLIEßENDE HINWEISE

Baugrundaufschlussuntersuchungen basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen nicht völlig ausgeschlossen werden können. Bei Abweichungen von den beschriebenen Verhältnissen behält sich die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH gegebenenfalls eine Anpassung der Ausführungshinweise vor.

Der Bericht gilt für das benannte Objekt im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH nicht zulässig.

Sämtliche im Bericht genannten Höhen und Höhenbezüge sind im Zuge der Baumaßnahme in der Örtlichkeit zu prüfen. Bei Unstimmigkeiten mit dem Baugrundbericht bittet die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH um unverzügliche Benachrichtigung.

Die gewonnenen Bodenproben werden routinemäßig für 3 Monate eingelagert und hiernach ohne weitere Rücksprache entsorgt.

Die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH übernimmt keine Haftung gegenüber Dritten, die Kenntnisse aus diesem Bericht für eigene Zwecke weiterverwenden.



Dr.-Ing. C. Loreck

- Leiter Baugrund / Geotechnik -



i.A. Dr.-Ing. G. Kollmann

- Gutachter -



Dr. J. Margane

- Geschäftsführer -

Anlagen



Anlage I

Abbildungen



Legende



Lage des Objektes

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Hauptniederlassung Köln
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln
Tel.: 0221/170917-0 Fax.: 0221/170917-99



Maßstab 1 : 25.000

Benennung
Lage Im Stadtgebiet von Köln

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearb.	Gutachter
-	-	30.10.18	bat	C. Schneider

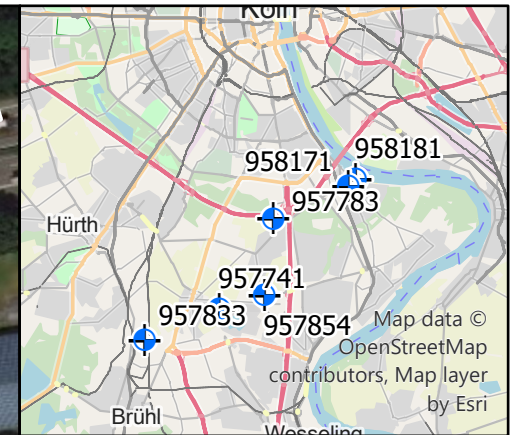
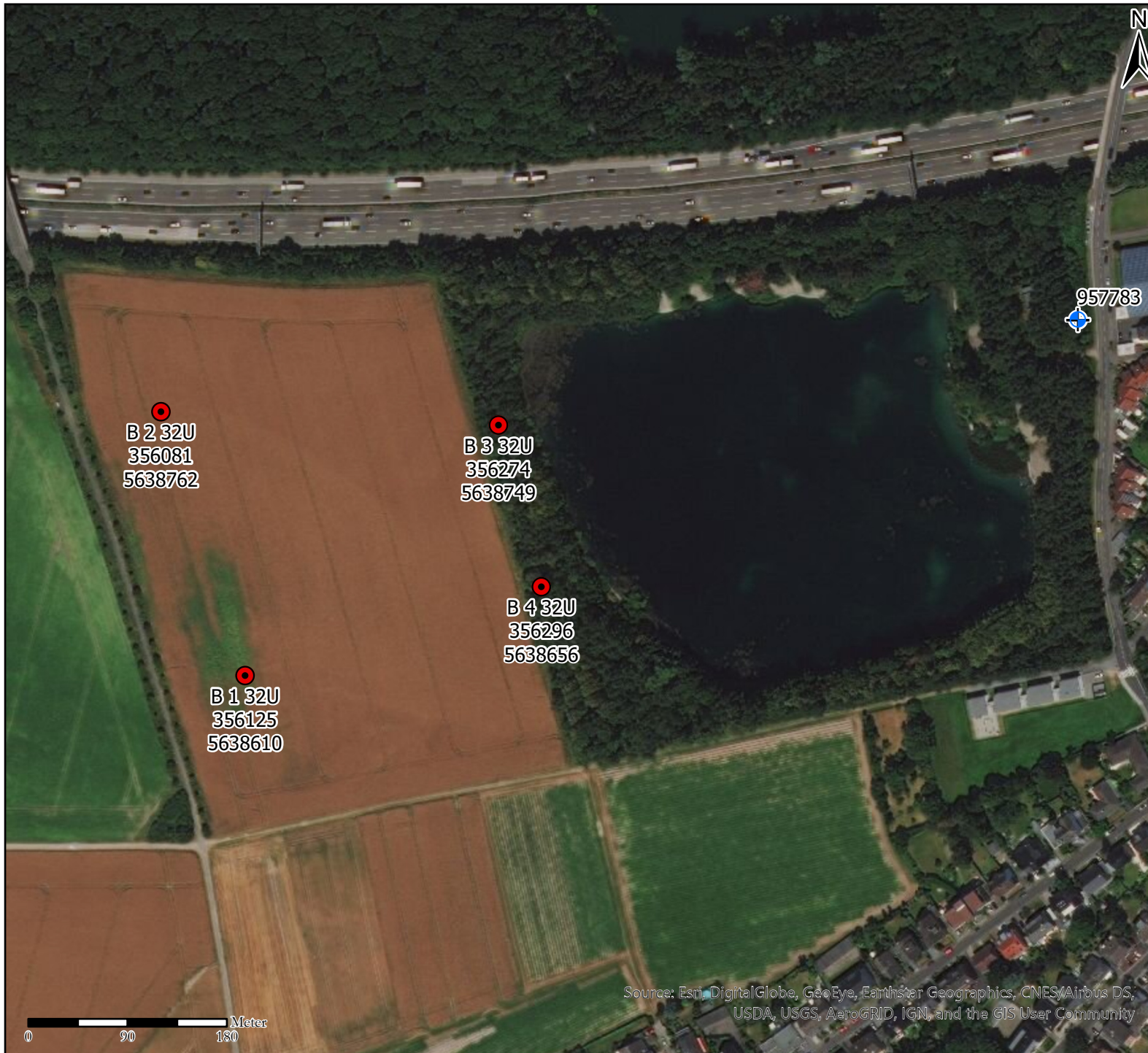
Auftraggeber
AMELIS Projektentwicklungs GmbH & Co. KG, Köln

Anlage **I** Abbildung **01**

Projekt
BV Rondorf-Nordwest, Köln

**- Standsicherheitsuntersuchung
Galgenbergsee -**

Quelle:
Köln Stadtkarten, 4. Auflage
© Kartengrundlage und Daten: Stadt Köln



Legende

- Bohransatzpunkte
- GWMS

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Hauptniederlassung Köln
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln
Tel.: 0221/170917-0 Fax.: 0221/170917-99

M&P
INGENIEURGESELLSCHAFT

				Datum	Name
				Bearb. 29.04.2020	M. Weber
				Gepr.	
				Gutachter	G. Kollmann
				Auftraggeber	Amelis Projektentwicklungs GmbH & Co.KG
				Datum	Name
Index	Änderung	Datum	Name		

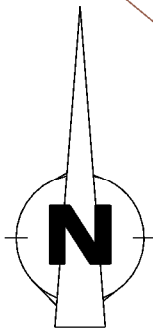
Maßstab: 1:5.000

Anlage	Abbildung
1	2

Benennung
Lageplan der Anschlusspunkte

Projekt	Blatt-Nr.
170875-BV Am Höfchen in Köln-Rondorf	-

Projektpfad: K:\projekte\2017\bis170900\170875\60_Gelaendearbeiten



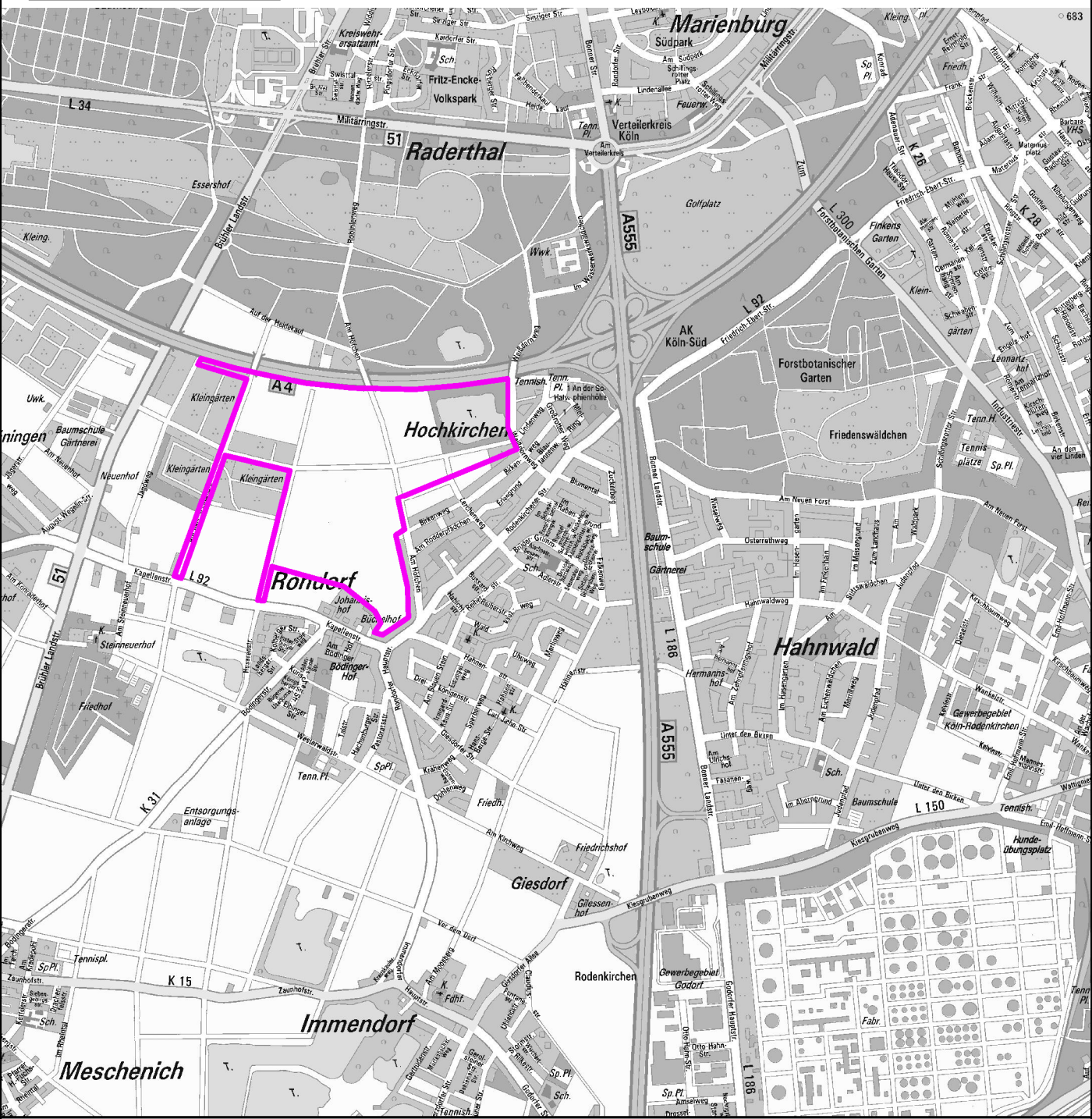
Legende



Neubaubereich

Übersichtslageplan

Maßstab 1 : 25.000



± 0,00 = XXX,XX m NHN

Index :	Änderungen :	Datum :	Gez.:
Grundlageplan :			
KDS Vermessungsingenieure - Amtlicher Lageplan - Köln-Rondorf			

Als Grundlage der vorhandenen Pläne dienen recherchierte bzw. überlassene Planunterlagen. In den Plänen werden die untersuchungsrelevanten Bereiche und die örtlichen Gegebenheiten schematisch dargestellt. Die Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH übernimmt keine Haftung für Fehler in diesen Planunterlagen.

Auftraggeber	PRÜFUNG / FREIGABE :
AMELIS Projektentwicklungs GmbH & Co. KG, Köln	(durch den Bauherrn)
DATUM :	

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Hauptniederlassung Köln
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln
Tel.: 0221/170917-0 Fax.: 0221/170917-99
Internet: www.mullundpartner.de

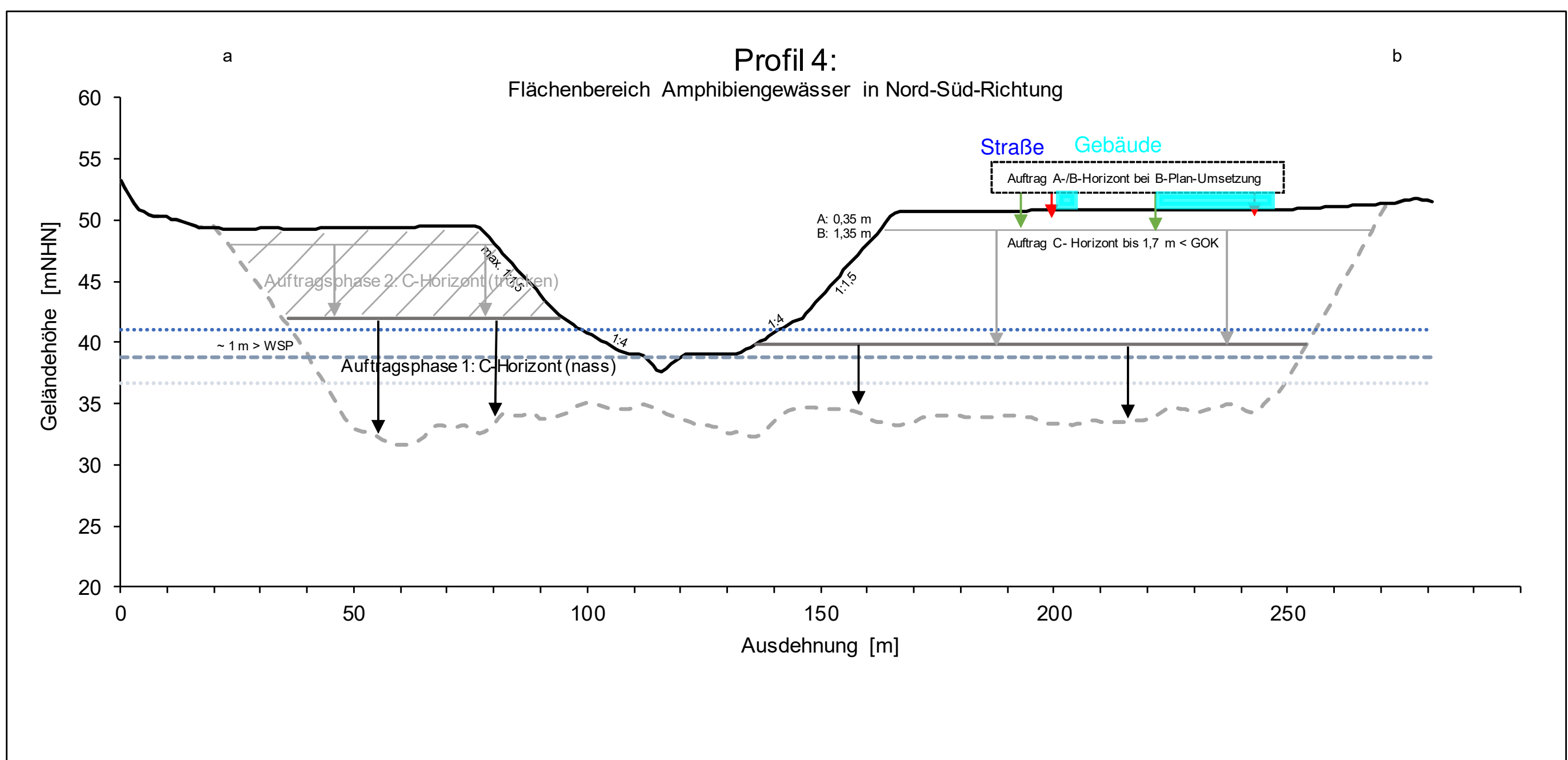
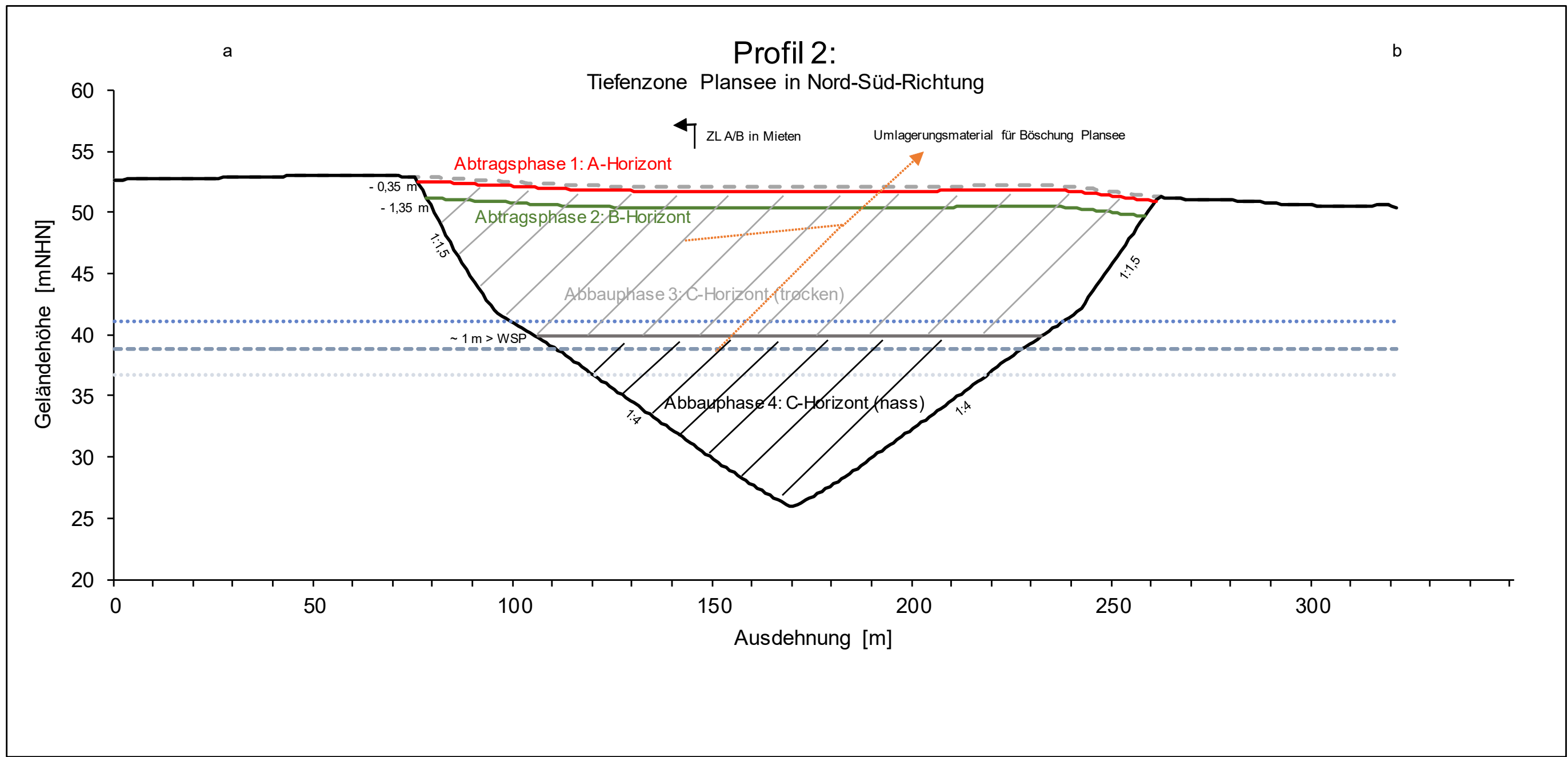


Projekt: BV Rondorf Nord-West, Köln
- Standsicherheitsuntersuchung Galgenbergsee -

Planinhalt: Lageplan Neubau

Maßstab:	Gez.:	N. Batyrev	02.06.20	Projektnummer:	170875
1 : 5.000	Bearb.:	G. Kollmann	02.06.20	Anlage:	I
Blattgröße:	Gepr.:	G. Kollmann	02.06.20	Abb.:	3
841 x 594 mm					

 Geländeoberfläche Bestandssee
 Geländeoberfläche Plansee
 niedriger Grundwasserstand
 (36,72 mNHN, Angaben EV)
 mittlerer Grundwasserstand
 (38,84 mNHN, Angaben EV)
 hoher Grundwasserstand
 (41,09 mNHN, Angaben EV)

[illegible]

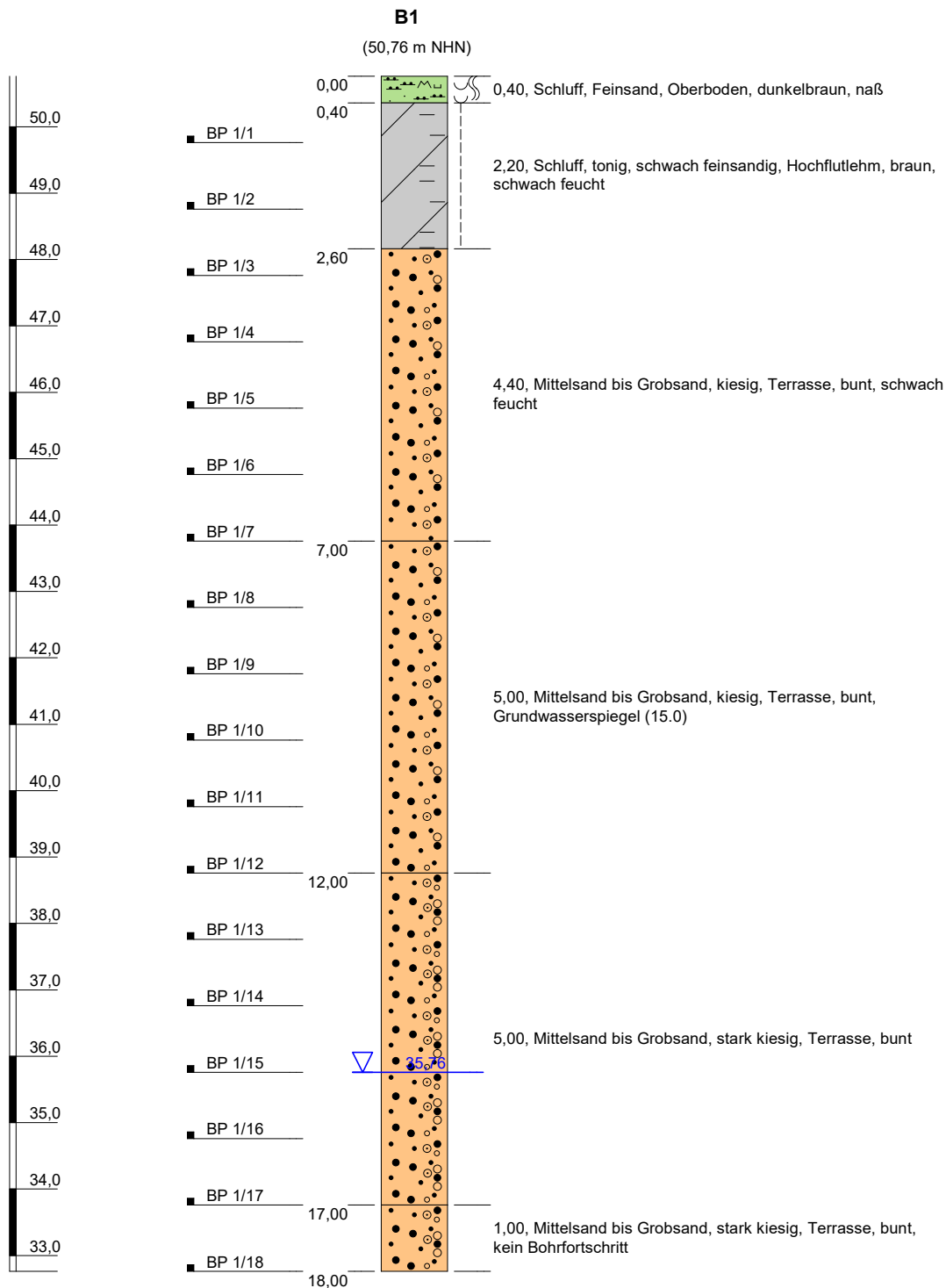
Anlage II

Felduntersuchungen



Anlage II.1

GeotBerTabellen06.xlsx: 28.05.2020

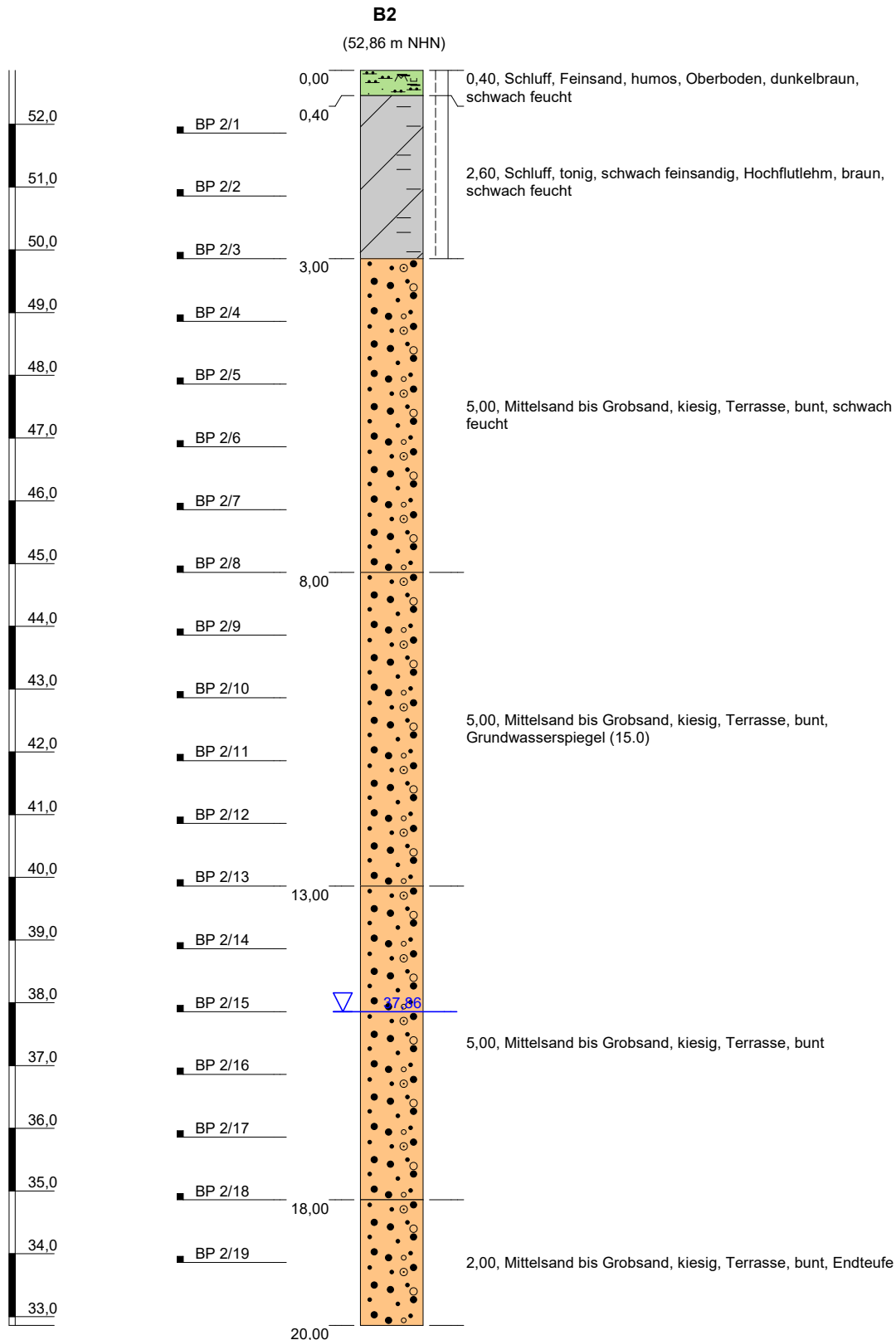


Höhenmaßstab: 1:100

Blatt 1 von 1

Projekt: Galgenbergsee Köln-Rondorf			
Bohrung: B1			
Auftraggeber: Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG		Hochwert: 5638610,0	
Bohrfirma: G.A.S. GmbH		Rechtswert: 32356125,0	
Bearbeiter: -		Ansatzhöhe: 50,76 mNHN	
Datum: 02.03.2020	170875	Endtiefe: 18,00 m	



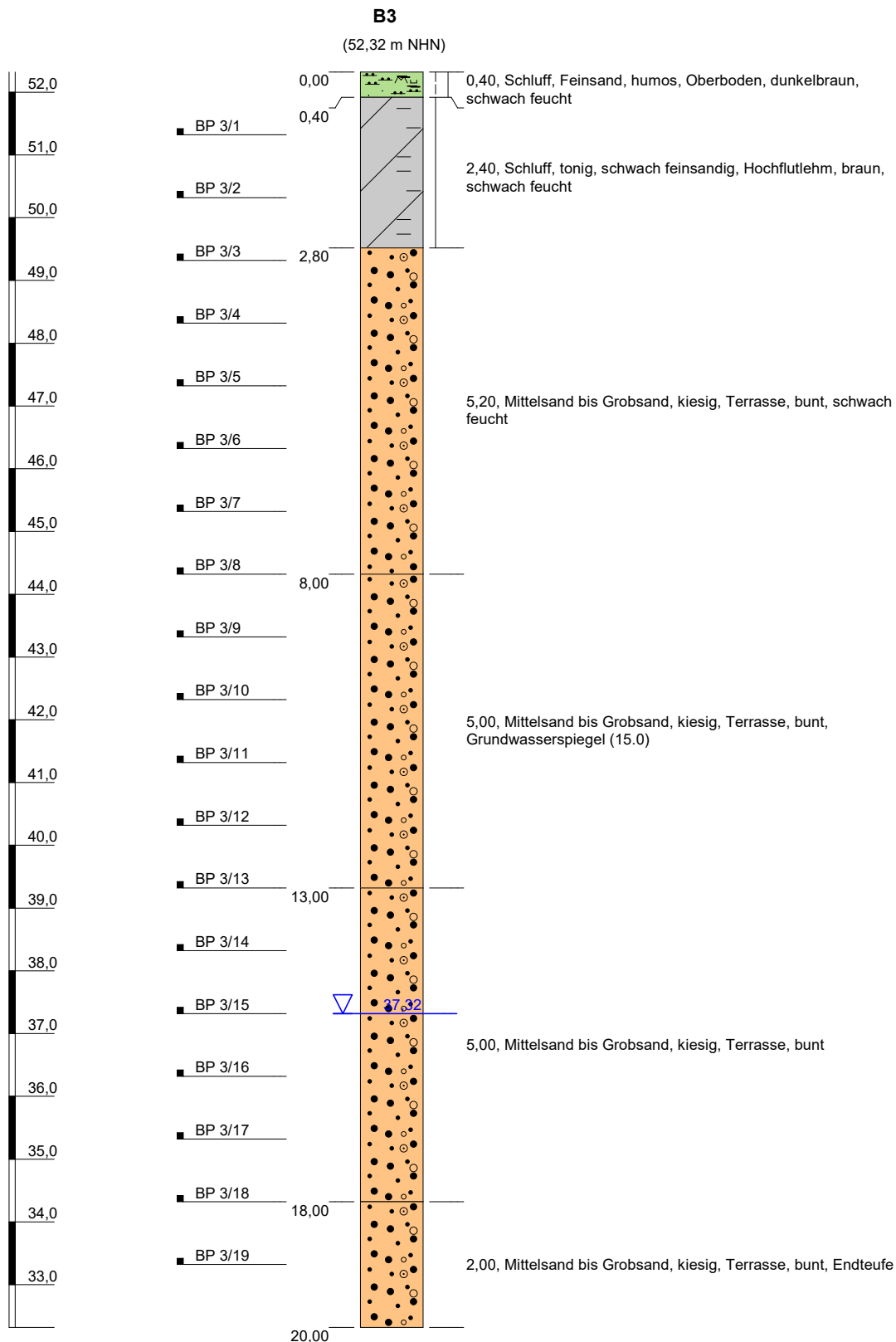


Höhenmaßstab: 1:100

Blatt 1 von 1

Projekt: Galgenbergsee Köln-Rondorf			
Bohrung: B2			
Auftraggeber: Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG		Hochwert: 5638762,0	
Bohrfirma: G.A.S. GmbH		Rechtswert: 32356081,0	
Bearbeiter: -		Ansatzhöhe: 52,86 mNHN	
Datum: 23.03.2020	170875	Endtiefe: 20,00 m	



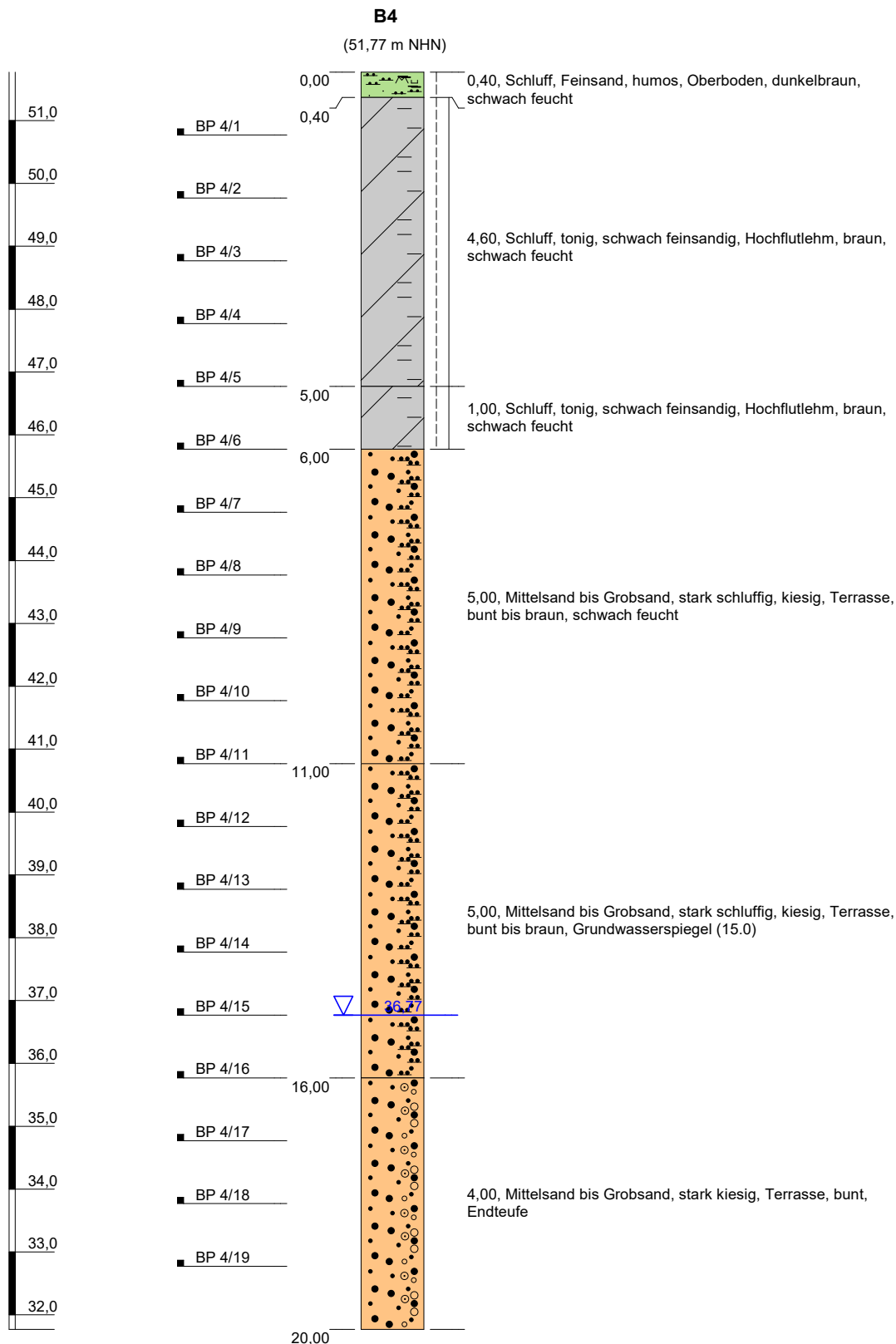


Höhenmaßstab: 1:100

Blatt 1 von 1

Projekt: Galgenbergsee Köln-Rondorf			
Bohrung: B3			
Auftraggeber: Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG		Hochwert: 5638749,0	
Bohrfirma: G.A.S. GmbH		Rechtswert: 32356274,0	
Bearbeiter: -		Ansatzhöhe: 52,32 mNHN	
Datum: 24.03.2020	170875	Endtiefe: 20,00 m	





Höhenmaßstab: 1:100

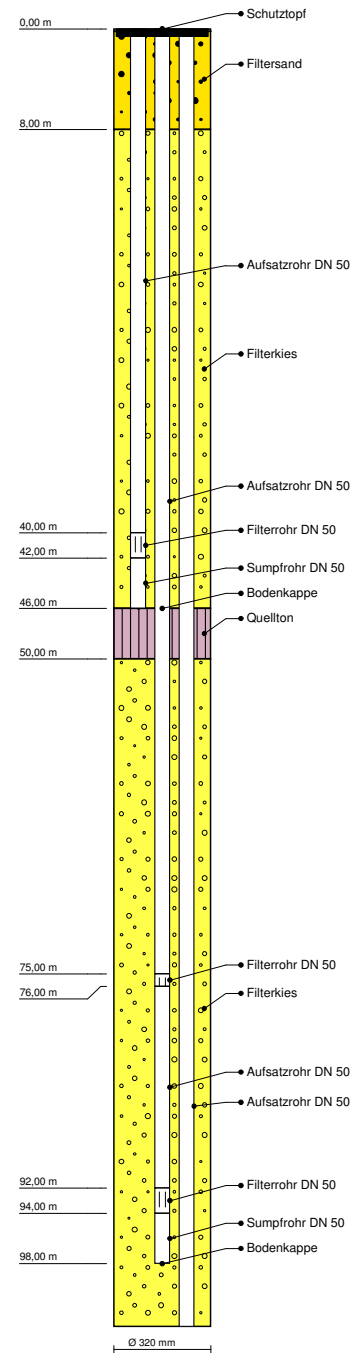
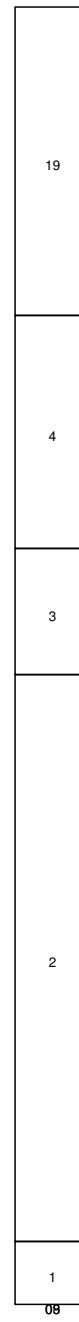
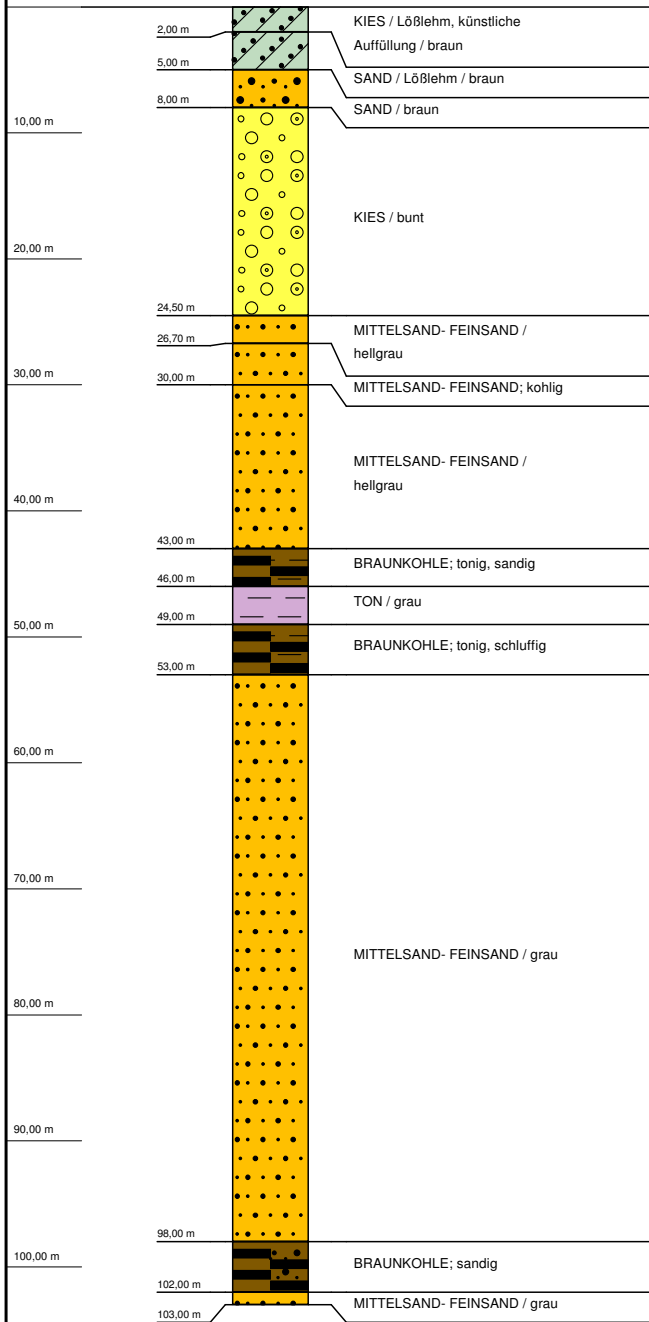
Blatt 1 von 1

Projekt: Galgenbergsee Köln-Rondorf			
Bohrung: B4			
Auftraggeber: Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG		Hochwert: 5638656,0	
Bohrfirma: G.A.S. GmbH		Rechtswert: 32356296,0	
Bearbeiter: -		Ansatzhöhe: 51,77 mNHN	
Datum: 24.03.2020	170875	Endtiefe: 20,00 m	



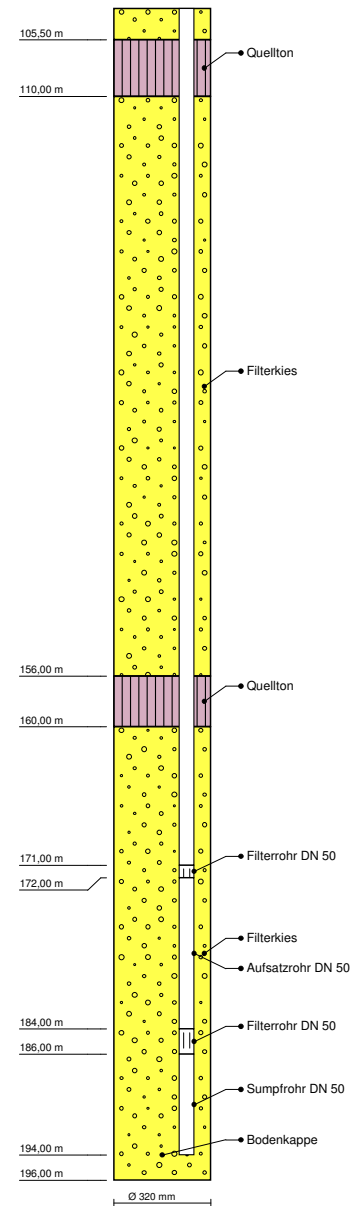
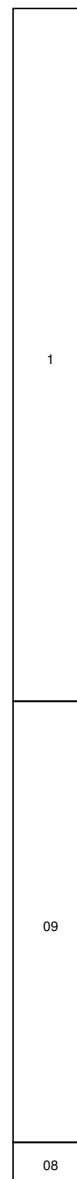
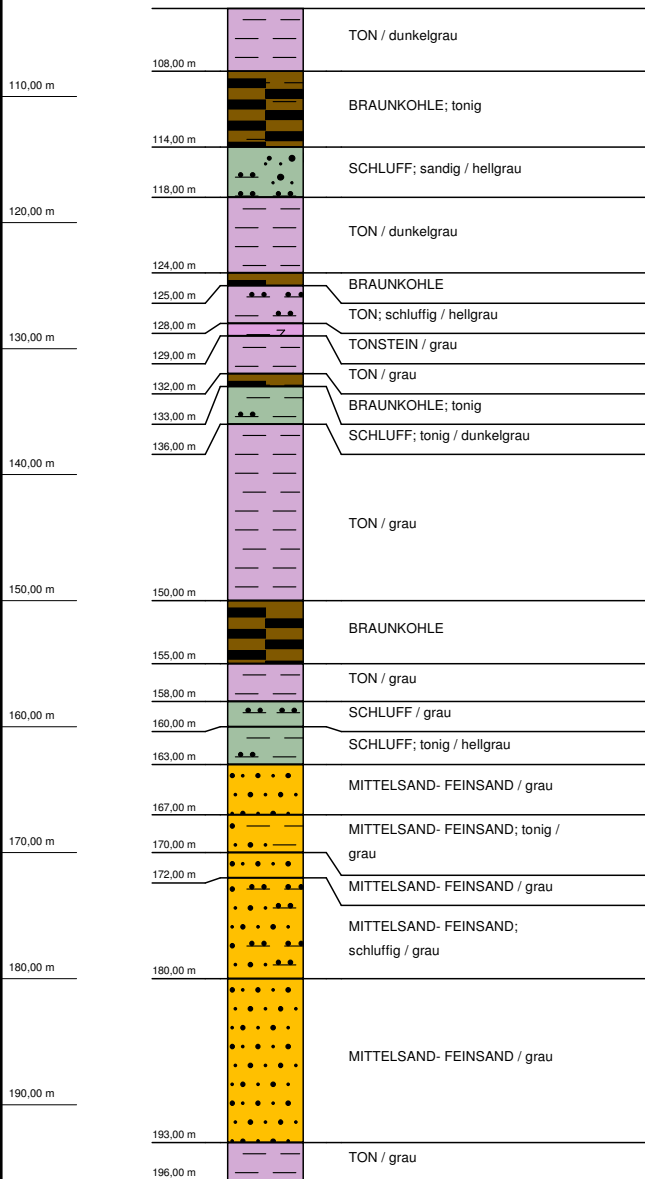
957783

(GOK: 51,73 m NN)



Fortsetzung auf Seite 2

957783		RW: 2567710,00 HW: 5639080,00		
Ort d. Bohrg.	: Hochkirchen	Anlage:		
Auftraggeber	: Erftverband	Seite: 1 von 2		
Bohrfirma	: A. Göttker	Maßstab: 1:600		
Bearbeiter	:	Datum:		



957783

RW: 2567710,00
HW: 5639080,00

Ort d. Bohrg. : Hochkirchen

Anlage:

Auftraggeber : Erftverband

Seite: 2 von 2

Bohrfirma : A. Göttker

Maßstab: 1:600

Bearbeiter :

Datum:



Anlage III

Bodenmechanische Laborversuche

Projekt: **Galgenbergsee**
 Bericht: **Standsicherheitsnachweis Böschungen**
 Projekt-Nr: **170875**
 AG: **Amelis Projektentwicklung GmbH & Co. KG**
 Datum: **08.05.2020**



Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage III.1

Bohrung	Probe	Tiefe		Schicht-Nr.	Boden-gruppe	w _n	Glüh-verlust	Durchläss-igkeit	Wichte	Kornverteilung					Konsistenz				I _o /di Lagerung		Druck-festigkeit
		von	bis		DIN 18196			k _f	γ _d	T	U	S	G	X	w _L	w _P	I _P	I _C	locker	dicht	q _u
		[m]	[m]			[%]	[%]	[m/s]	ergehalts na	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[g/cm³]	[g/cm³]	[MN/m²]
B1	MP 01	2,6	12,0		SU*	7,6		6,90E-06			19,7	67,9	12,4								
B1	MP 02	12,0	18,0		SU*	6,0		1,50E-05			17,2	54,4	28,4								
B2	MP 03	0,4	3,0	3	SE	6,1		3,80E-04			5	94,3	0,7								
B2	MP 04	3,0	13,0		SU	6,0		2,90E-05			13,5	51,5	35,5								
B2	MP 05	13,0	20,0		GU	4,5		5,20E-05			9,7	45,8	44,2								
B3	MP 06	2,8	13,0	3	GU	5,5		1,50E-04			9,3	31,8	58,9						1,469	2,123	
B3	MP 07	13,0	20,0	3	GU	4,5		1,00E-04			10,1	47,8	42,2						1,458	2,117	
B4	MP 08	0,4	6,0	3	TL	15,5		1,30E-08		13,2	42	44,4	0,4		25,7	15,5	10,2	1			
B4	MP 09	6,0	16,0	3	SU*	11,5		5,80E-08		11,8	27,6	50,6	10		25,1	14,4	10,27	1,27			
B4	MP 10	16,0	20,0		GU*	5,4		-			24,1	27,7	48,2								
Anzahl	0					10	0	9	0	2	10	10	10	0	2	2	2	2	2	2	0

Körnungslinie

BV Galgenbergsee

Projektnr.: 170875

Probennr.: MP_01

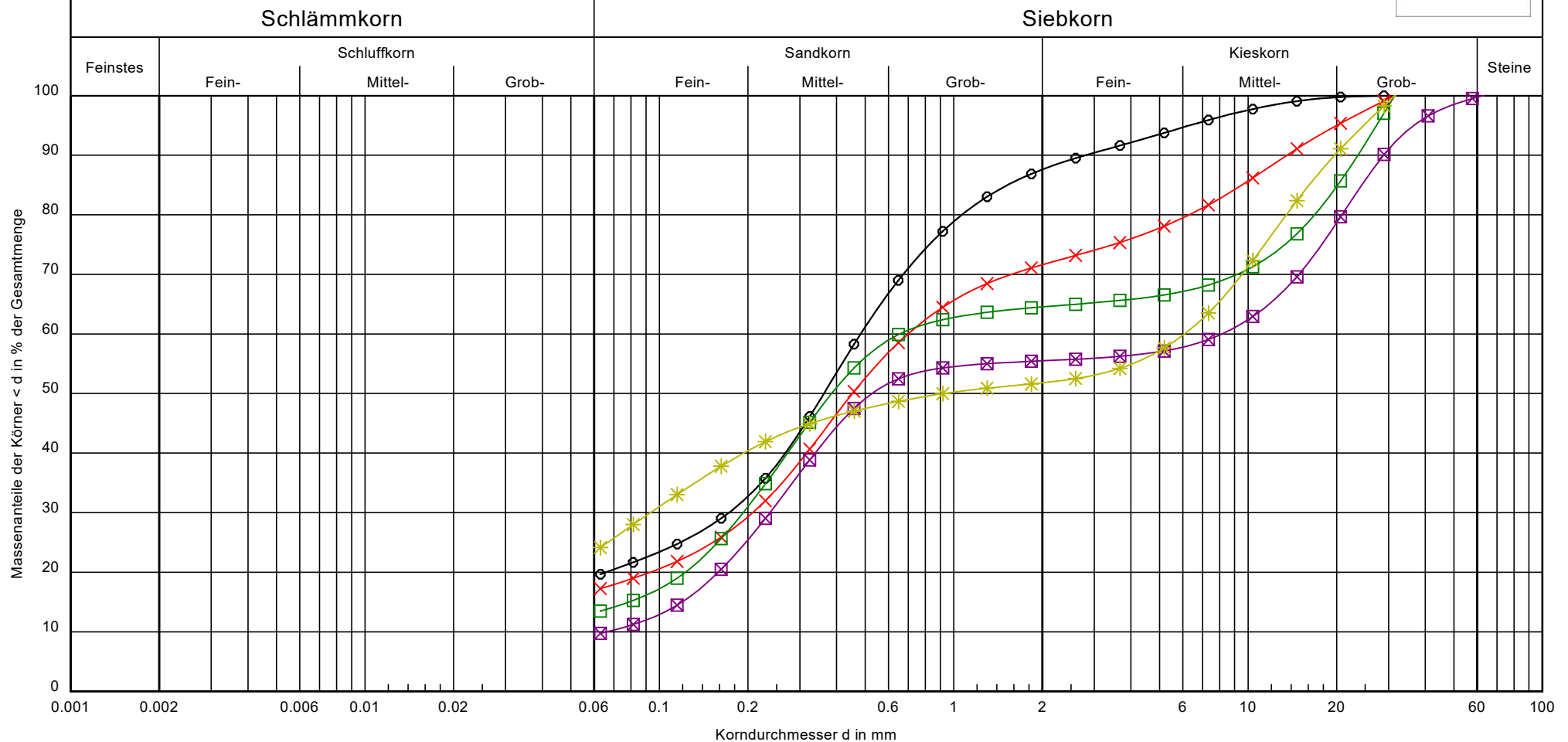
Material: S, u, fg', mg'

Probennahme: 02.03.2020



Bearbeiter: D. Kehr

Datum: 30.04.2020



Bezeichnung:	MP 01	MP 02	MP 04	MP 05	MP 10	Bemerkungen: Prüfung nach DIN EN ISO 17892-4
Entnahmestelle:	B1	B1	B2	B2	B4	
Bodenart:	S, u, fg', mg'	S, u, mg, fg'	S, mg, gg, u'	S, G, u'	G, u, fs, ms'	
T/U/S/G [%]:	- /19.7/67.9/12.4	- /17.2/54.4/28.4	- /13.5/51.1/35.5	- /9.7/45.8/44.2	- /24.1/27.7/48.2	
Bodenklassifikation:	SU*	SU*	SU	GU	GU*	
Reibungswinkel:	34.8	35.0	34.9	35.3	34.3	
k Wert nach USBR:	$6.9 \cdot 10^{-6}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$2.9 \cdot 10^{-5}$	$5.2 \cdot 10^{-5}$	-	
Tiefe	7.0-11.0m	12.0-18.0m	7.0-10.0m	13.0-20.0m	17.0-19.0m	
Wassergehalt m[%]	7.6	6.0	6.0	4.5	5.4	
Cu/Cc	-/-	-/-	-/-	122.7/0.1	-/-	

Wassergehalt nach DIN 18 121

Probe entnommen am: 02.03.2020

Bearbeiter: C. Raschke

Datum: 06.05.2020

Probenbezeichnung:	MP 01	MP 02	MP 04	MP 05	MP 10
Feuchte Probe + Behälter [g]:	4224.50	5952.00	6376.00	7552.00	5720.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	3984.50	5661.50	6063.00	7264.50	5449.50
Behälter [g]:	843.50	839.50	848.16	844.00	473.00
Porenwasser [g]:	240.00	290.50	313.00	287.50	270.50
Trockene Probe [g]:	3141.00	4822.00	5214.84	6420.50	4976.50
Wassergehalt [%]	7.64	6.02	6.00	4.48	5.44
Tiefe [m]	7.0-11.0	12.0-18.0	7.0-10.0	13.0-20.0	17.0-19.0
Entnahmestelle	B1	B1	B2	B2	B4

Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bericht: 20043284

Anlage:

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

170875

Galgenbergsee

Bearbeiter: Weißelburg, Ke.

Datum: 29.04.2020

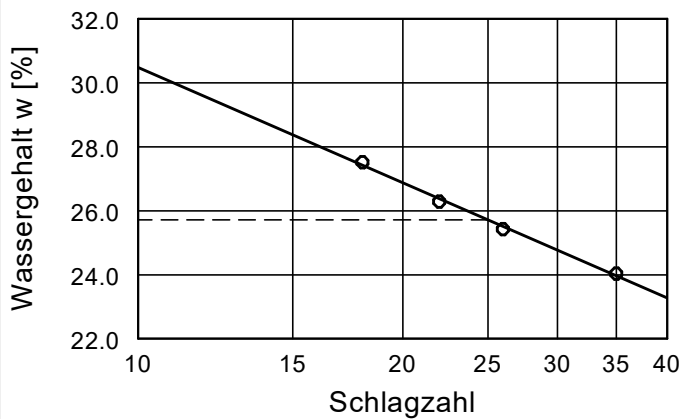
Prüfungsnummer: 20043284-04

Bezeichnung: B4 - MP 08

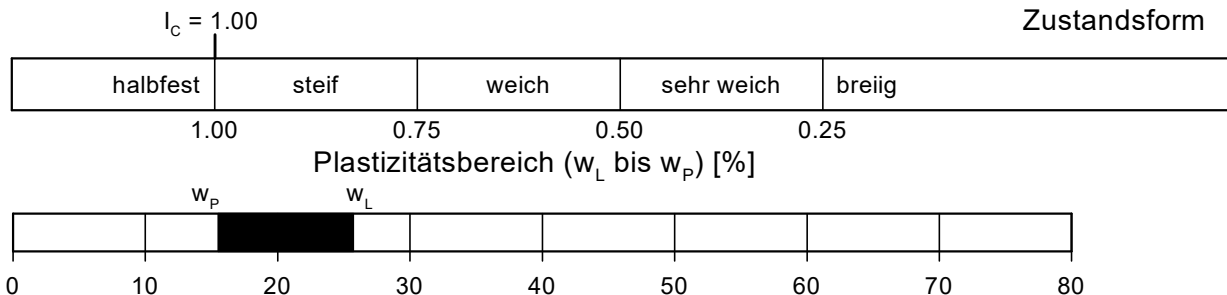
Tiefe [m]: 3,0-4,0

Bodenart: S,U,t-

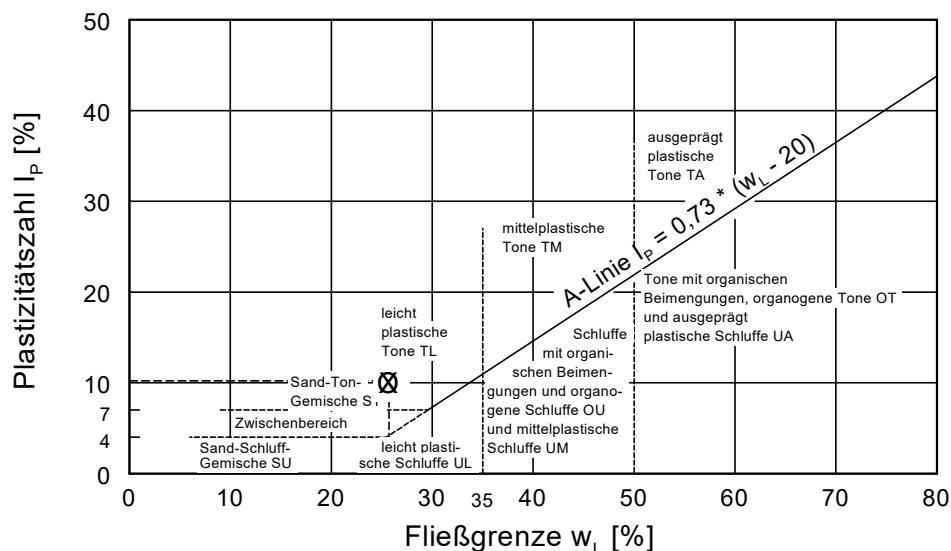
Probe entn. am/durch: 15.04.2020/ AG



Wassergehalt w = 15.5 %
 Fließgrenze w_L = 25.7 %
 Ausrollgrenze w_p = 15.5 %
 Plastizitätszahl I_p = 10.2 %
 Konsistenzzahl I_c = 1.00



Plastizitätsdiagramm



Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bericht: 20043284

Anlage:

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

170875

Galgenbergsee

Bearbeiter: Weißelburg, Ke.

Datum: 29.04.2020

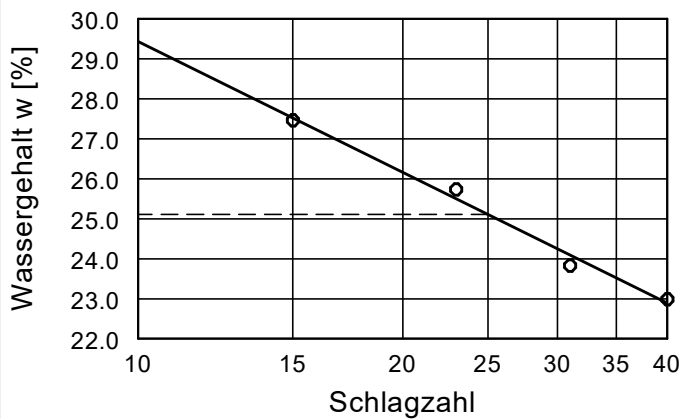
Prüfungsnummer: 20043284-05

Bezeichnung: B4 - MP 09

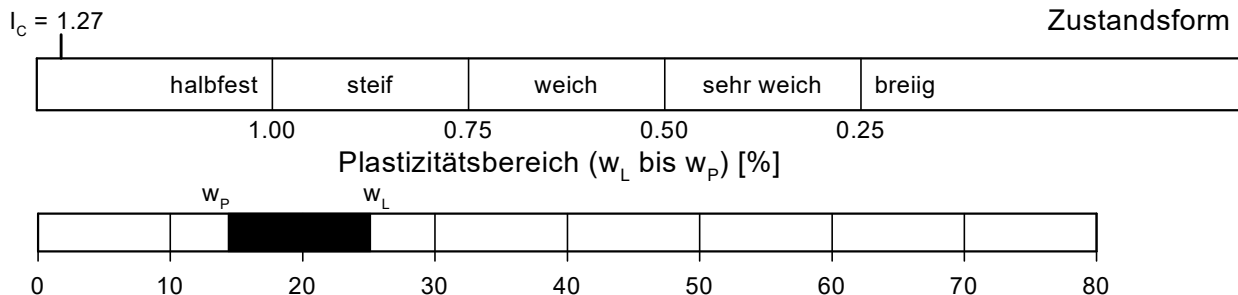
Tiefe [m]: 11,0-12,0

Bodenart: S,u,t',g'

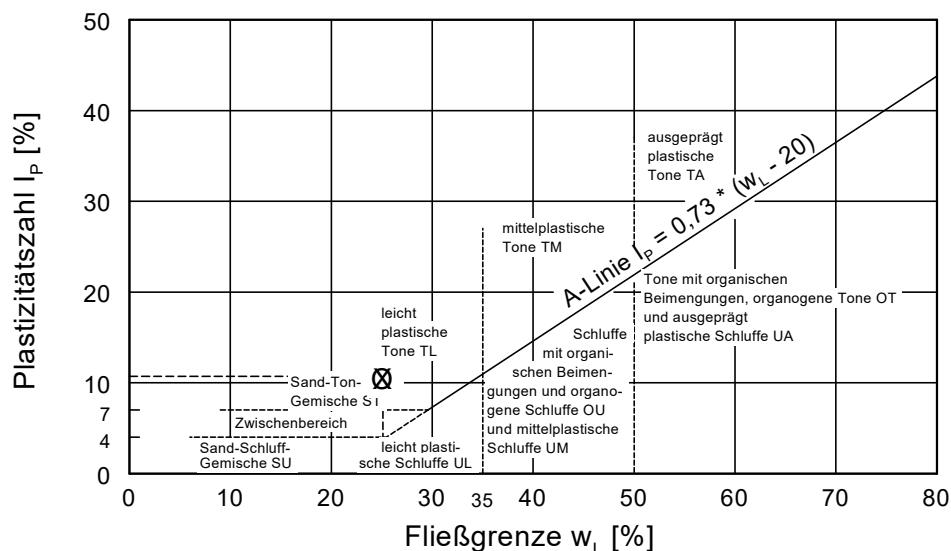
Probe entn. am/durch: 15.04.2020/ AG



Wassergehalt $w = 11.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 25.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 10.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.27$



Plastizitätsdiagramm



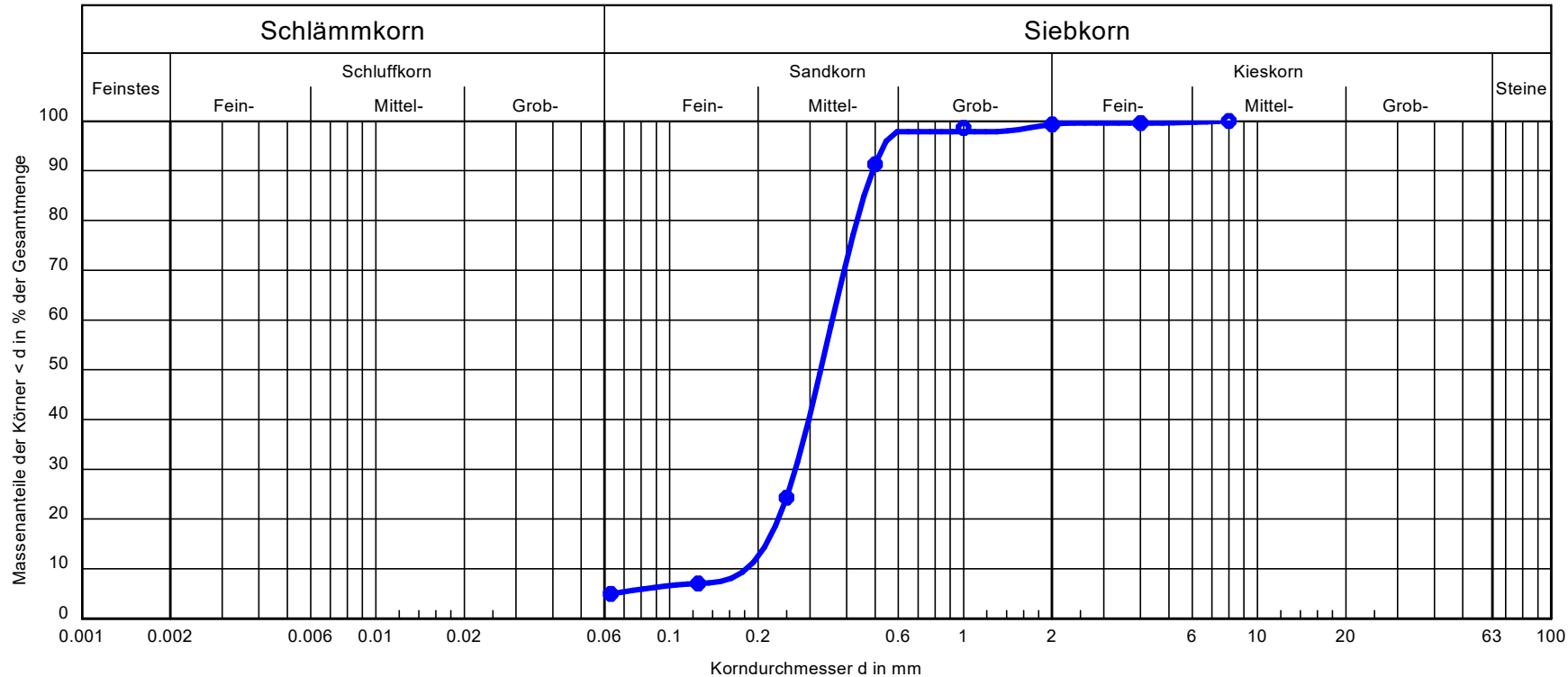
Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bearbeiter: Weißelburg, K.

Datum: 29.04.2020

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4
170875
Galgenbergsee

Prüfungsnummer: 20043284
Probe entnommen am: 15.04.2020
Art der Entnahme: KRB
Probenehmer: Auftraggeber



Bezeichnung:	MP 03
Entnahmestelle:	B2
Tiefe [m]:	1,0 - 2,0
Bodenart:	S
Bodengruppe:	SE
Cu/Cc	2.0/1.1
T/U/S/G [%]:	- /5.0/94.3/0.7
Wassergehalt [M%]	6,1
Wasserdurchlässigkeit [m/s]:	$3.8 \cdot 10^{-4}$
näherungsweise	k nach Hazen

Bemerkungen:

Analytik und Bodenmechanik GmbH

ALBO-tec

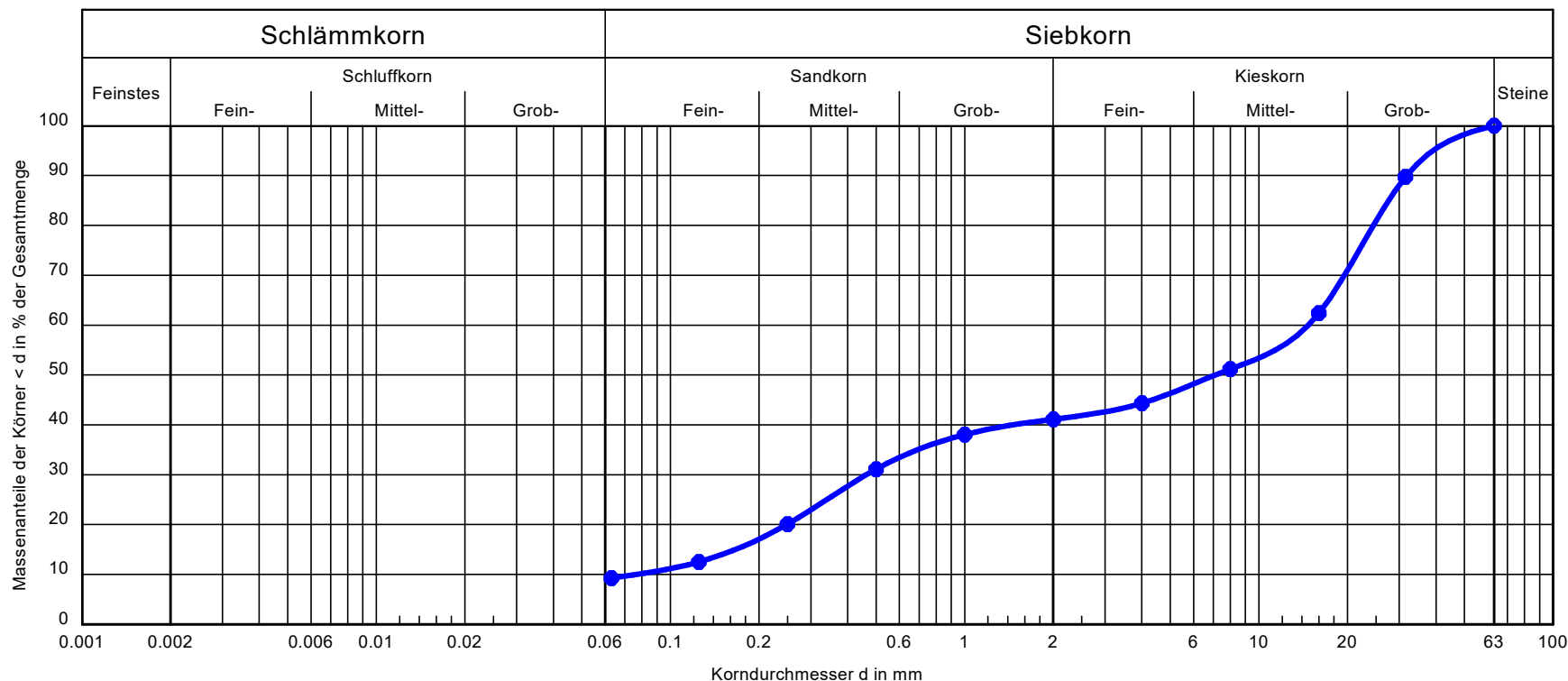
Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bearbeiter: Weißelburg, K.

Datum: 29.04.2020

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4
170875
Galgenbergsee

Prüfungsnummer: 20043284
Probe entnommen am: 15.04.2020
Art der Entnahme: KRB
Probenehmer: Auftraggeber



Bezeichnung:	MP 06
Entnahmestelle:	B3
Tiefe [m]:	8,0-9,0
Bodenart:	G, s, u'
Bodengruppe:	GU
Cu/Cc	191.3/0.2
T/U/S/G [%]:	- /9.3/31.8/58.9
Wassergehalt [M%]	5,5
Wasserdurchlässigkeit [m/s]:	$1.5 \cdot 10^{-4}$
näherungsweise	k nach USBR

Bemerkungen:

Technologiezentrum für
Analytik und Bodenmechanik GmbH

ALBO-tec

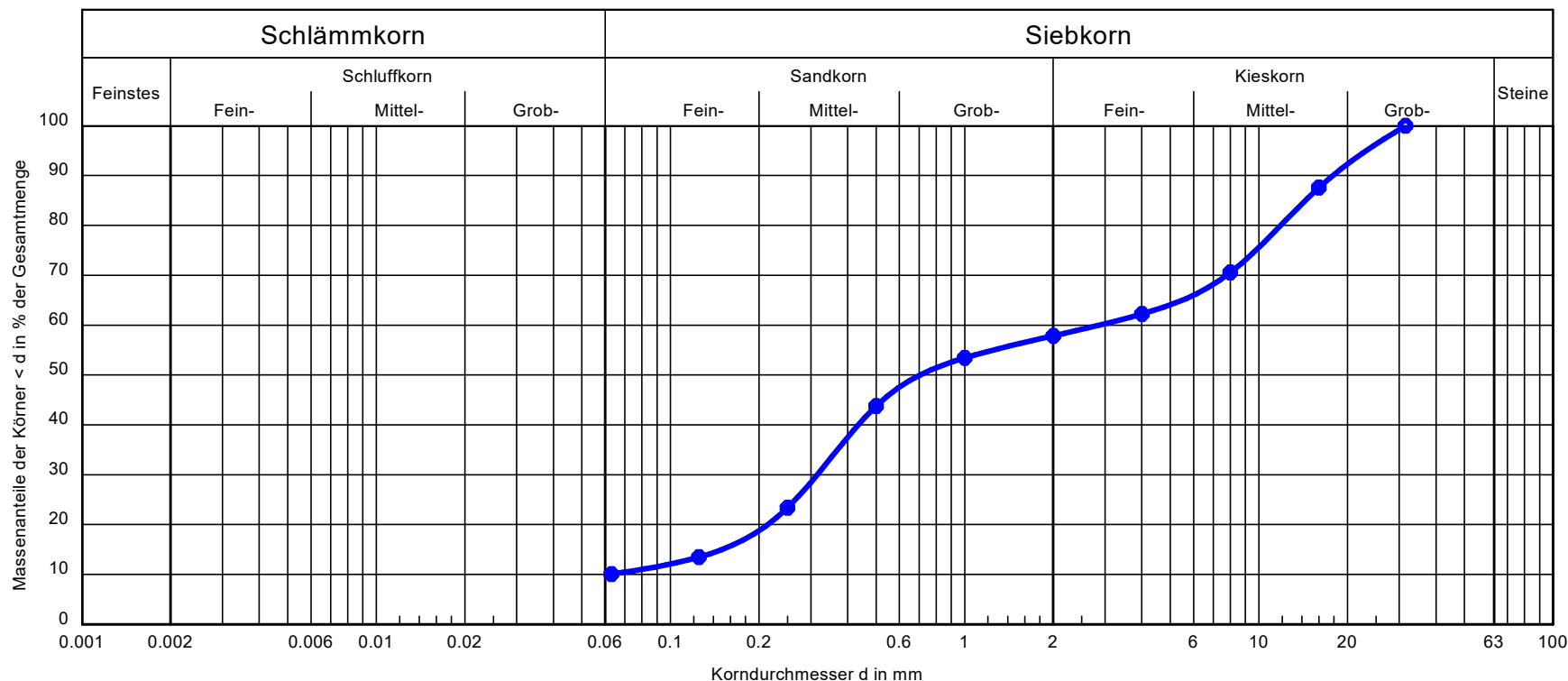
Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bearbeiter: Weißelburg, K.

Datum: 29.04.2020

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4
170875
Galgenbergsee

Prüfungsnummer: 20043284
Probe entnommen am: 15.04.2020
Art der Entnahme: KRB
Probenehmer: Auftraggeber



Bezeichnung:	MP 07
Entnahmestelle:	B3
Tiefe [m]:	16,0-17,0
Bodenart:	S, G, u'
Bodengruppe:	GU
Cu/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	- /10.1/47.8/42.2
Wassergehalt [M%]	4,5
Wasserdurchlässigkeit [m/s]:	$1.0 \cdot 10^{-4}$
näherungsweise	k nach USBR

Bemerkungen:

Technologiezentrum für
Analytik und Bodenmechanik GmbH

ALBO-tec

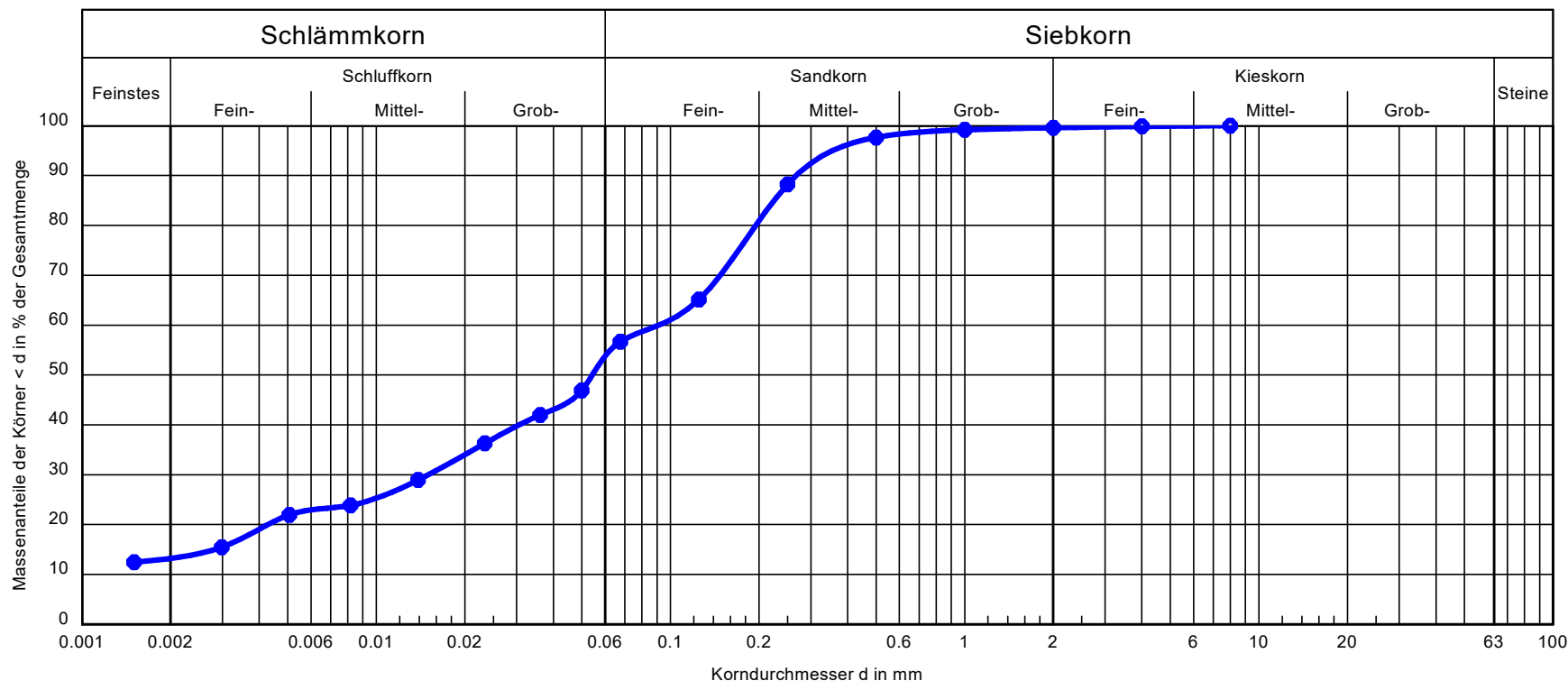
Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bearbeiter: Weißelburg, K.

Datum: 29.04.2020

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4
170875
Galgenbergsee

Prüfungsnummer: 20043284
Probe entnommen am: 15.04.2020
Art der Entnahme: KRB
Probenehmer: Auftraggeber



Bezeichnung:	MP 08
Entnahmestelle:	B4
Tiefe [m]:	3,0-4,0
Bodenart:	S, U, t'
Bodengruppe:	TL
Cu/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	13.2/42.0/44.4/0.4
Wassergehalt [M%]	15,5
Wasserdurchlässigkeit [m/s]:	$1.3 \cdot 10^{-8}$
näherungsweise	k nach USBR

Bemerkungen:

Analytik und Bodenmechanik GmbH

ALBO-tec

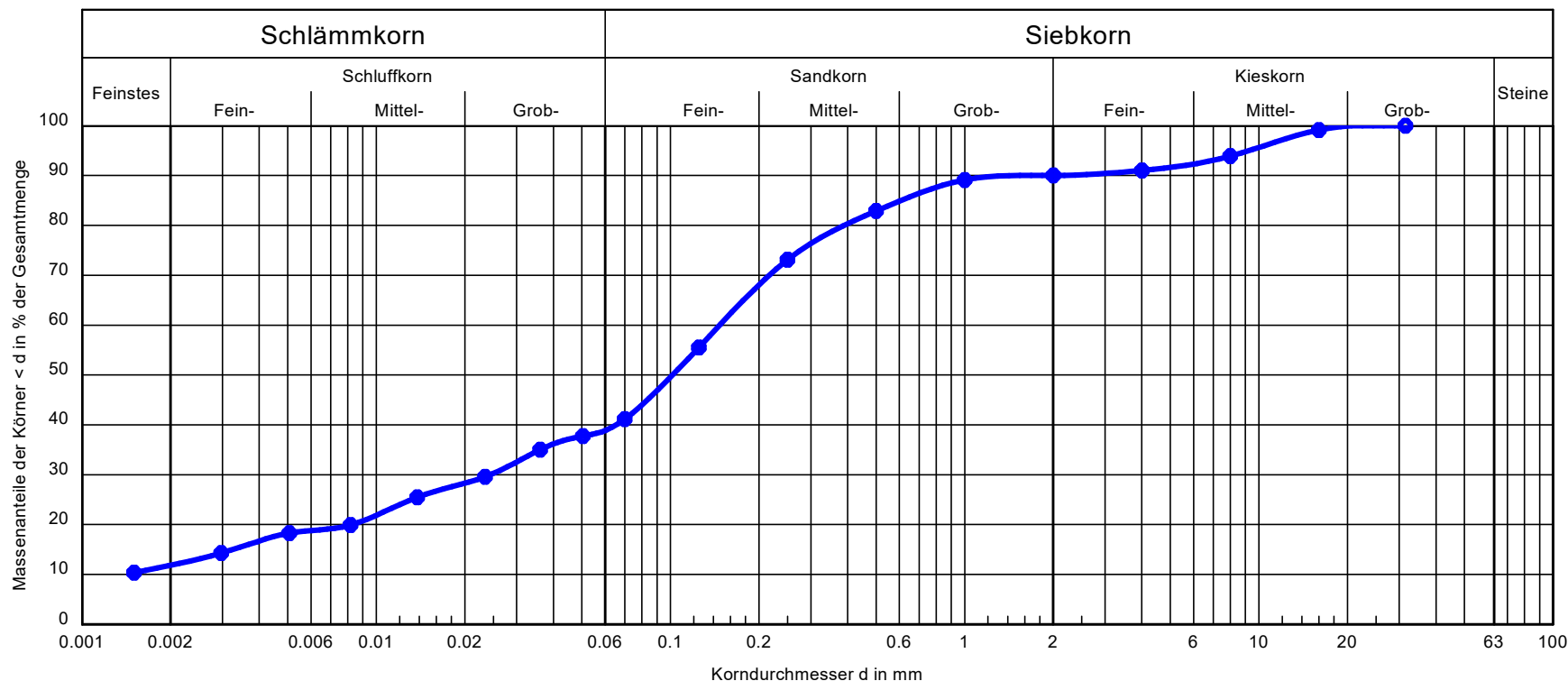
Auftraggeber:
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Bearbeiter: Weißelburg, K.

Datum: 29.04.2020

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4
170875
Galgenbergsee

Prüfungsnummer: 20043284
Probe entnommen am: 15.04.2020
Art der Entnahme: KRB
Probenehmer: Auftraggeber



Bezeichnung:	MP 09
Entnahmestelle:	B4
Tiefe [m]:	11,0-12,0
Bodenart:	S, u, t', g'
Bodengruppe:	SU*
Cu/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	11.8/27.6/50.6/10.0
Wassergehalt [M%]	11,5
Wasserdurchlässigkeit [m/s]:	$5.8 \cdot 10^{-8}$
näherungsweise	k nach USBR

Bemerkungen:

Technologiezentrum für
Analytik und Bodenmechanik GmbH

ALBO-tec

Probe

Labor- Nr.
Bezeichnung
Bodenart
entnommen am/durch

20043284-02
B3 - MP 06
GU
AG

Bestimmung der Dichte bei lockerster Lagerung

Zylindervolumen [cm³] 999,3 cm³

Versuch [-]	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm ³]
1	1469,7	1,471
2	1468,4	1,469
3	1466,6	1,468
Mittelwert min ρ_d		1,469

Bestimmung der Dichte bei dichtester Lagerung

Rütteltischversuch

Volumen des Zylinders	738,43 cm ³	738,43 cm ³
Durchmesser	10 cm	10 cm
Dicke der Kopfplatte	1,0 cm	1,0 cm
Probenmasse	1312,5 g	1317,2 g
Setzung	Versuch 1 s_1	0,51 cm
	Versuch 2 s_2	0,53 cm
	Versuch 3 s_3	0,55 cm
Mittelwert Setzung + Dicke der Kopfplatte	1,53 cm	1,50 cm
Volumen der Probe [cm ³]	618,26 cm ³	620,36 cm ³
max ρ_d	2,123 g/cm ³	2,123 g/cm ³

Mittelwert max ρ_d [g/cm³] 2,123

Bauherr / Auftraggeber: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Projekt: 170875
Galgenbergsee

**Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei
lockerster und dichtester Lagerung nach DIN 18126**

Laborant:	Projekt-Nr.:	Anlage:
JF	20043284	
Bearbeiter:	Datum:	
KeWe	29/04/2020	

Probe

Labor- Nr.
Bezeichnung
Bodenart
entnommen am/durch

20043284-03
B3 - MP 07
GU
AG

Bestimmung der Dichte bei lockerster Lagerung

Zylindervolumen [cm³] 999,3 cm³

Versuch [-]	Trockenmasse [g]	Trockendichte [g/cm ³]
1	1455,3	1,456
2	1459,4	1,460
3	1456,0	1,457
Mittelwert min ρ_d		1,458

Bestimmung der Dichte bei dichtester Lagerung

Rütteltischversuch

Volumen des Zylinders	738,43 cm ³	738,43 cm ³
Durchmesser	10 cm	10 cm
Dicke der Kopfplatte	1,0 cm	1,0 cm
Probenmasse	1304,1 g	1315,3 g
Setzung	Versuch 1 s_1	0,54 cm
	Versuch 2 s_2	0,53 cm
	Versuch 3 s_3	0,51 cm
Mittelwert Setzung + Dicke der Kopfplatte	1,53 cm	1,52 cm
Volumen der Probe [cm ³]	618,53 cm ³	618,79 cm ³
max ρ_d	2,108 g/cm ³	2,126 g/cm ³

Mittelwert max ρ_d [g/cm³] 2,117

Bauherr / Auftraggeber: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Köln

Projekt: 170875
Galgenbergsee

Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei
lockerster und dichtester Lagerung nach DIN 18126

Laborant:	Projekt-Nr.:	Anlage:
JF	20043284	
Bearbeiter:	Datum:	
KeWe	29/04/2020	

Anlage IV

Berechnungen

Endzustand

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.96$

$x_m = 48.23 \text{ m}$ $y_m = 59.27 \text{ m}$

$R = 17.07 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

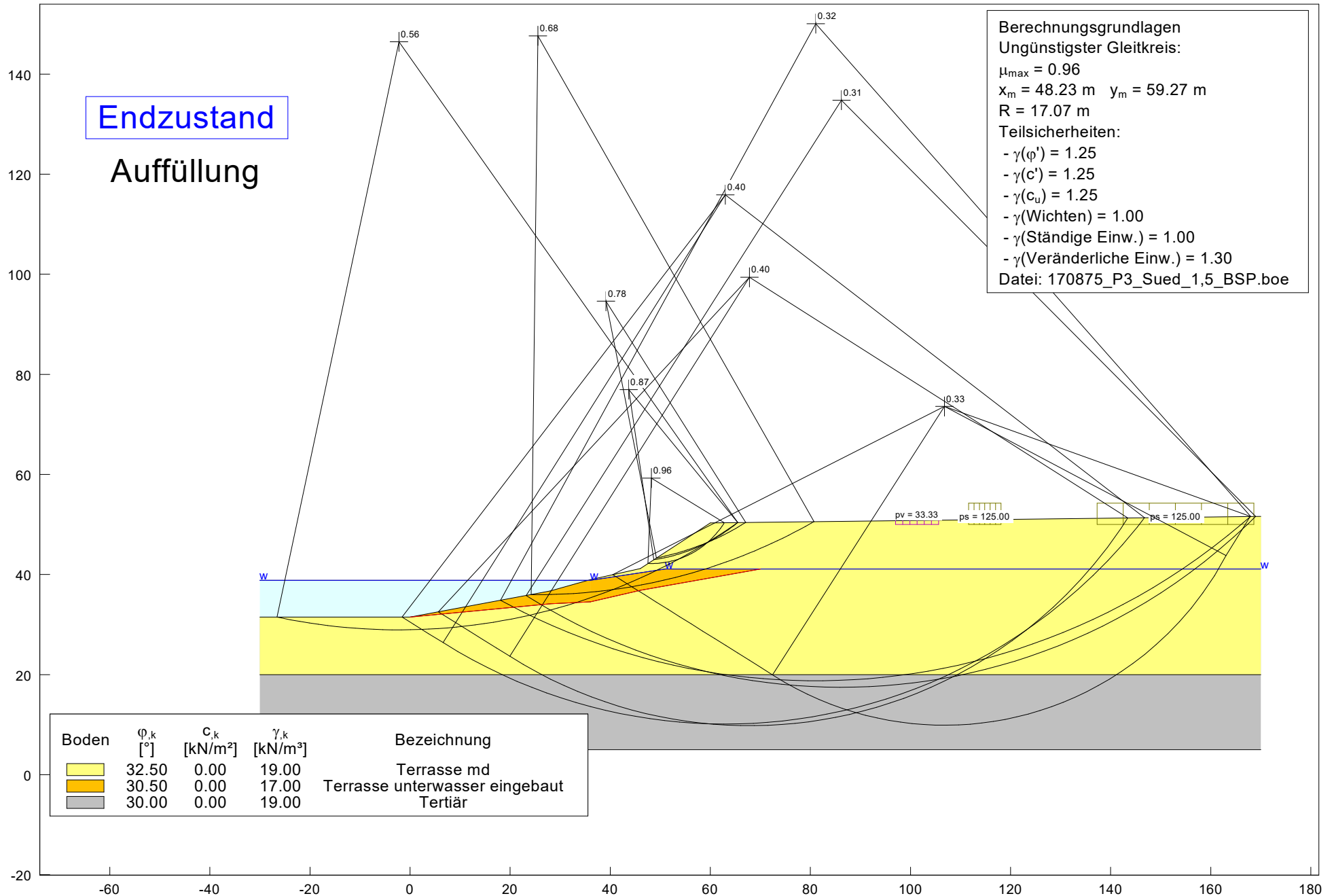
- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: 170875_P3_Sued_1,5_BSP.boe



Endzustand - Erdbeben

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.91$
 $x_m = 24.79 \text{ m}$ $y_m = 94.70 \text{ m}$
 $R = 60.30 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.00$
 - $\gamma(c') = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

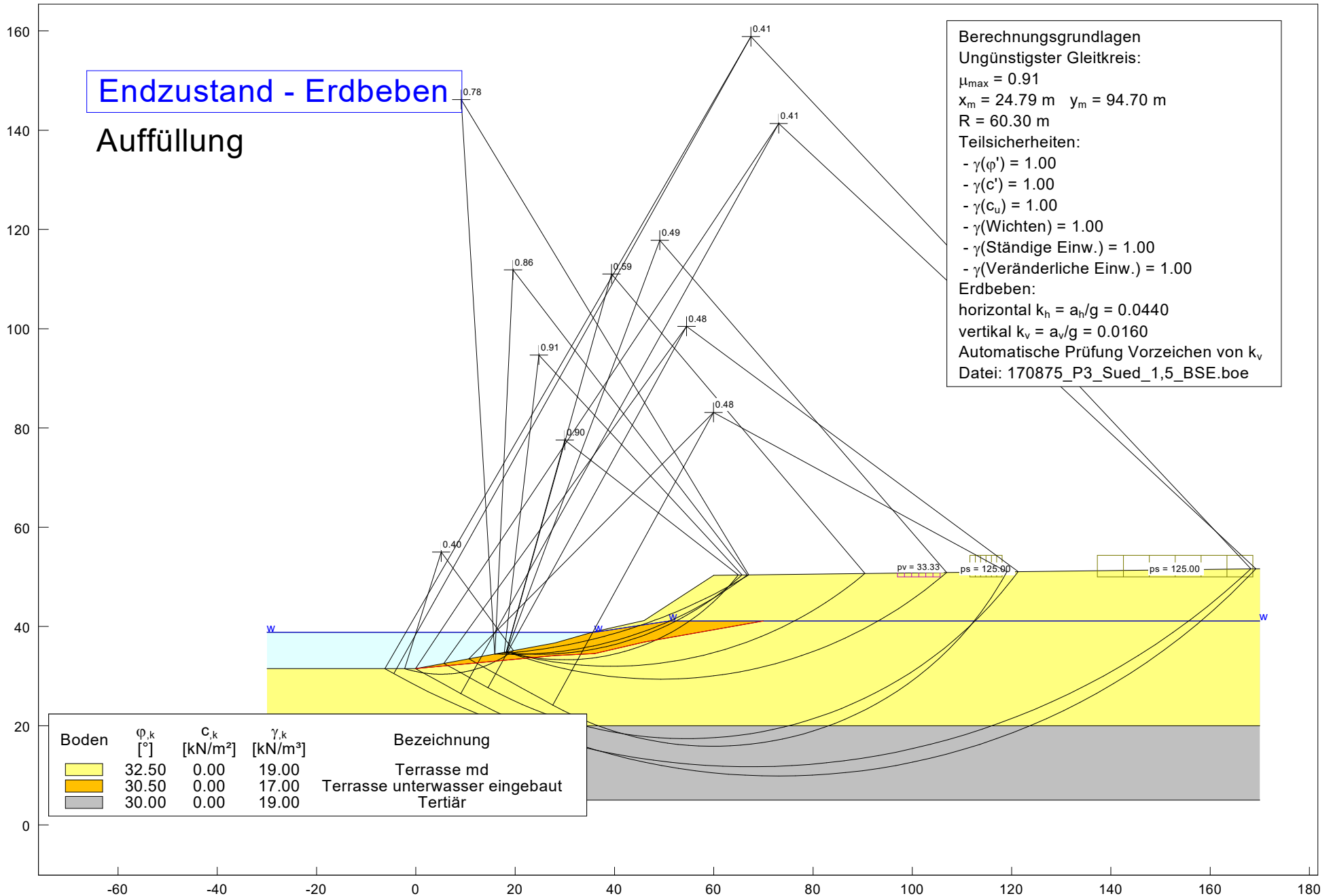
Erdbeben:

horizontal $k_h = a_h/g = 0.0440$

vertikal $k_v = a_v/g = 0.0160$

Automatische Prüfung Vorzeichen von k_v

Datei: 170875_P3_Sued_1,5_BSE.boe



Bauzustand

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.81$

$x_m = 32.11 \text{ m}$ $y_m = 63.92 \text{ m}$

$R = 28.10 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

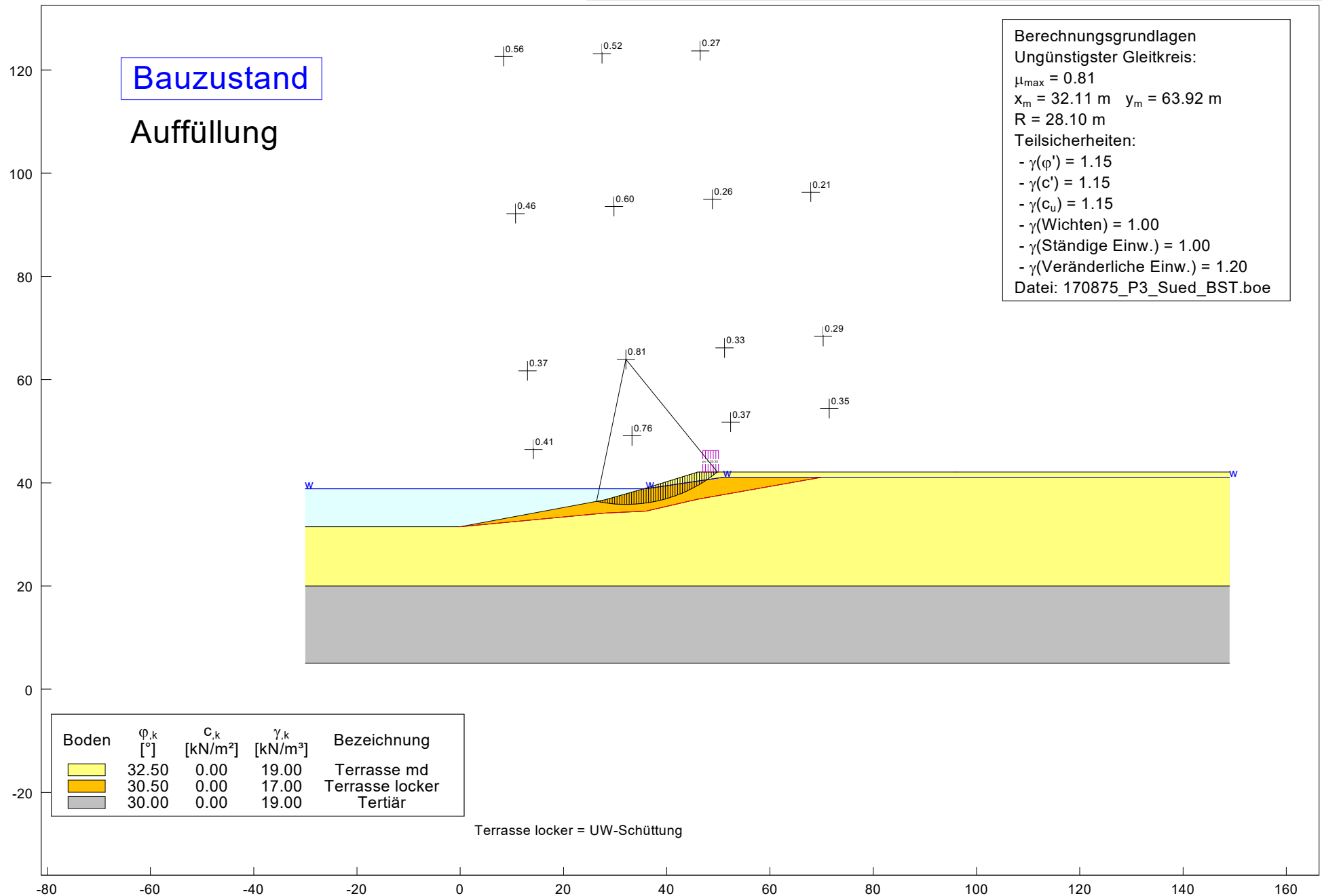
- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Datei: 170875_P3_Sued_BST.boe



Berechnungsgrundlagen

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.64$
 $x_m = 33.83 \text{ m}$ $y_m = 65.26 \text{ m}$
 $R = 29.25 \text{ m}$

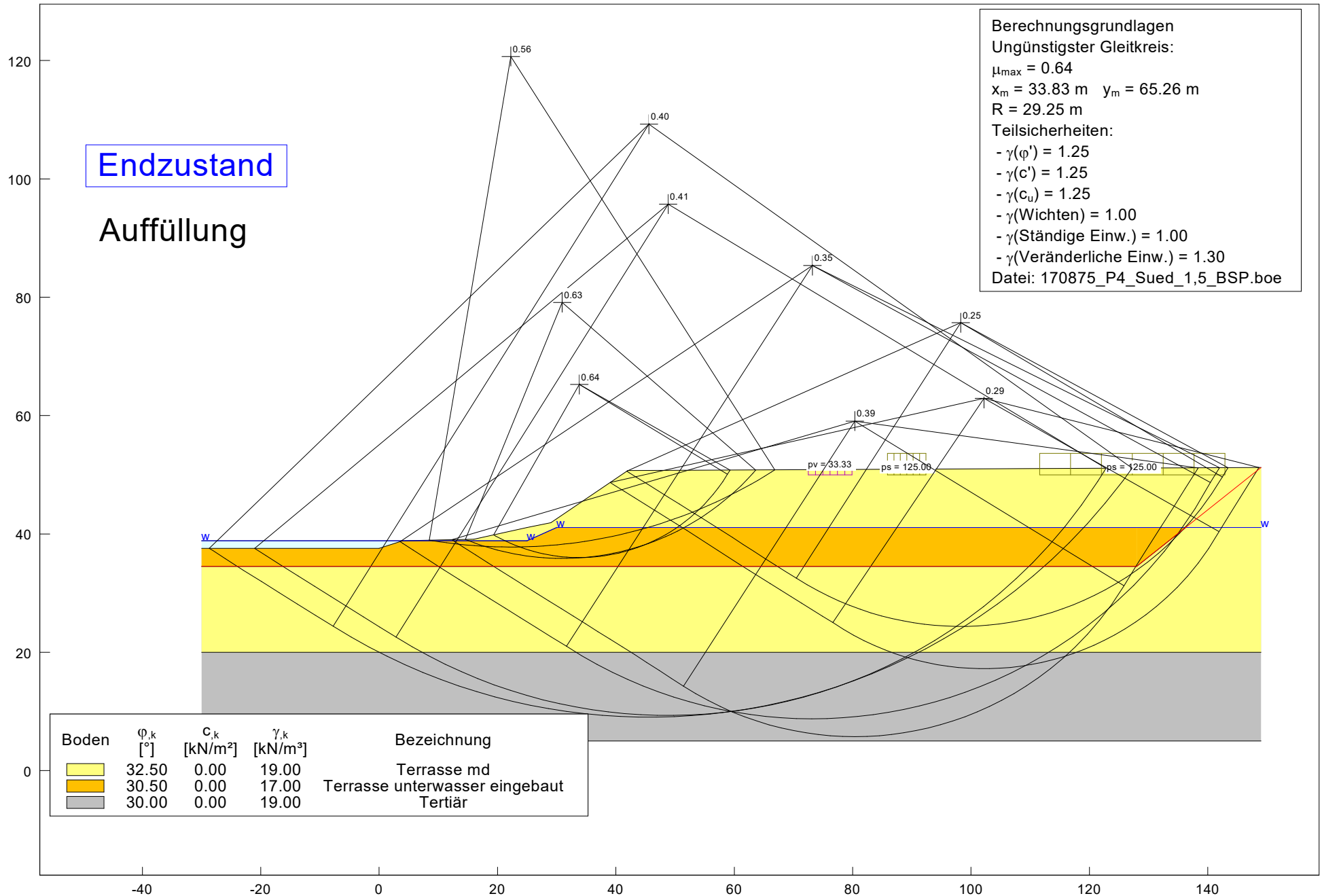
Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: 170875_P4_Sued_1,5_BSP.boe

Endzustand

Auffüllung



Endzustand - Erdbeben

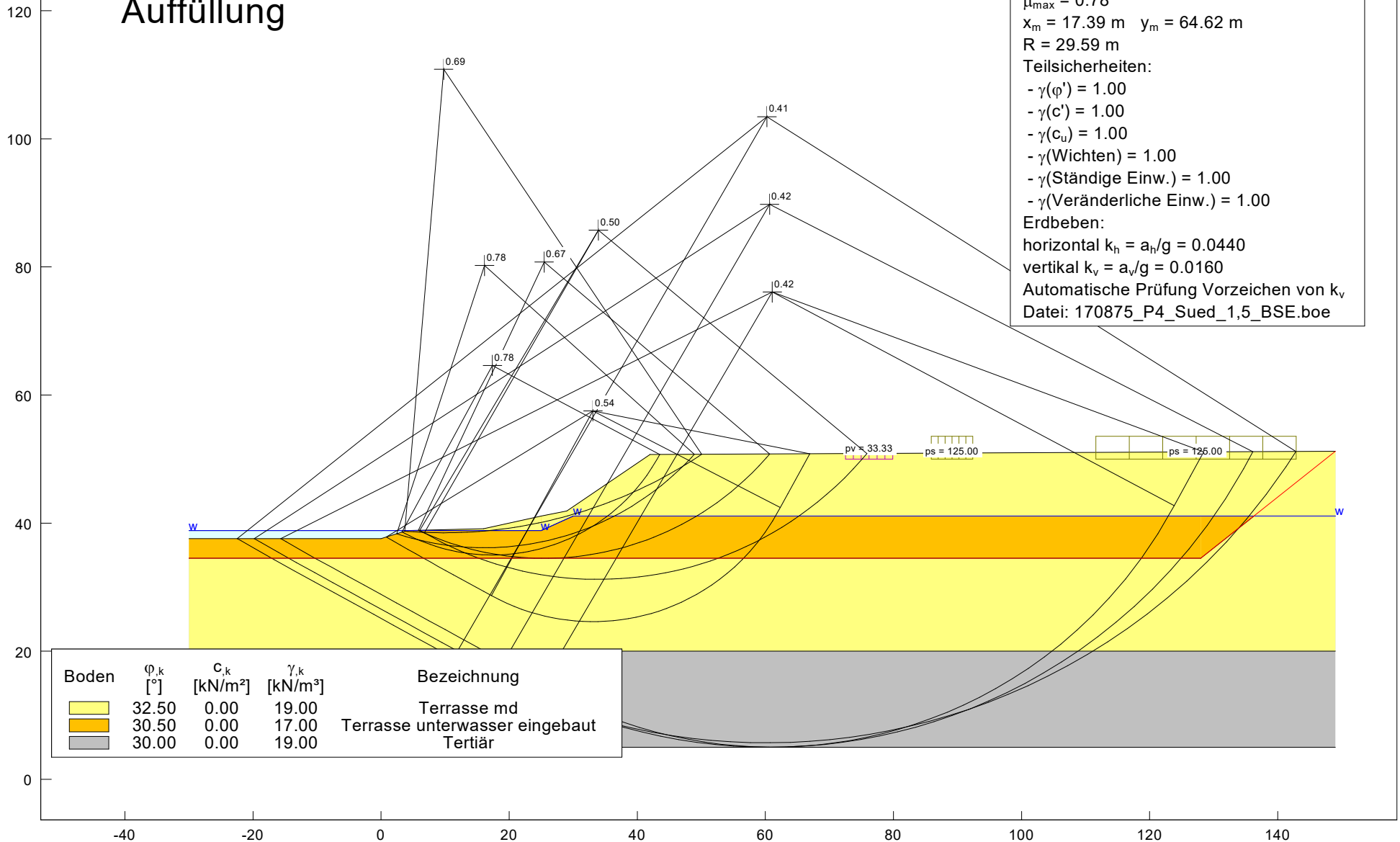
Auffüllung

Berechnungsgrundlagen Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.78$
 $x_m = 17.39 \text{ m}$ $y_m = 64.62 \text{ m}$
 $R = 29.59 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.00$
 - $\gamma(c') = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Erdbeben:

horizontal $k_h = a_h/g = 0.0440$
 vertikal $k_v = a_v/g = 0.0160$
 Automatische Prüfung Vorzeichen von k_v
 Datei: 170875_P4_Sued_1,5_BSE.boe



Bauzustand

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.58$

$x_m = 23.90 \text{ m}$ $y_m = 49.22 \text{ m}$

$R = 11.58 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

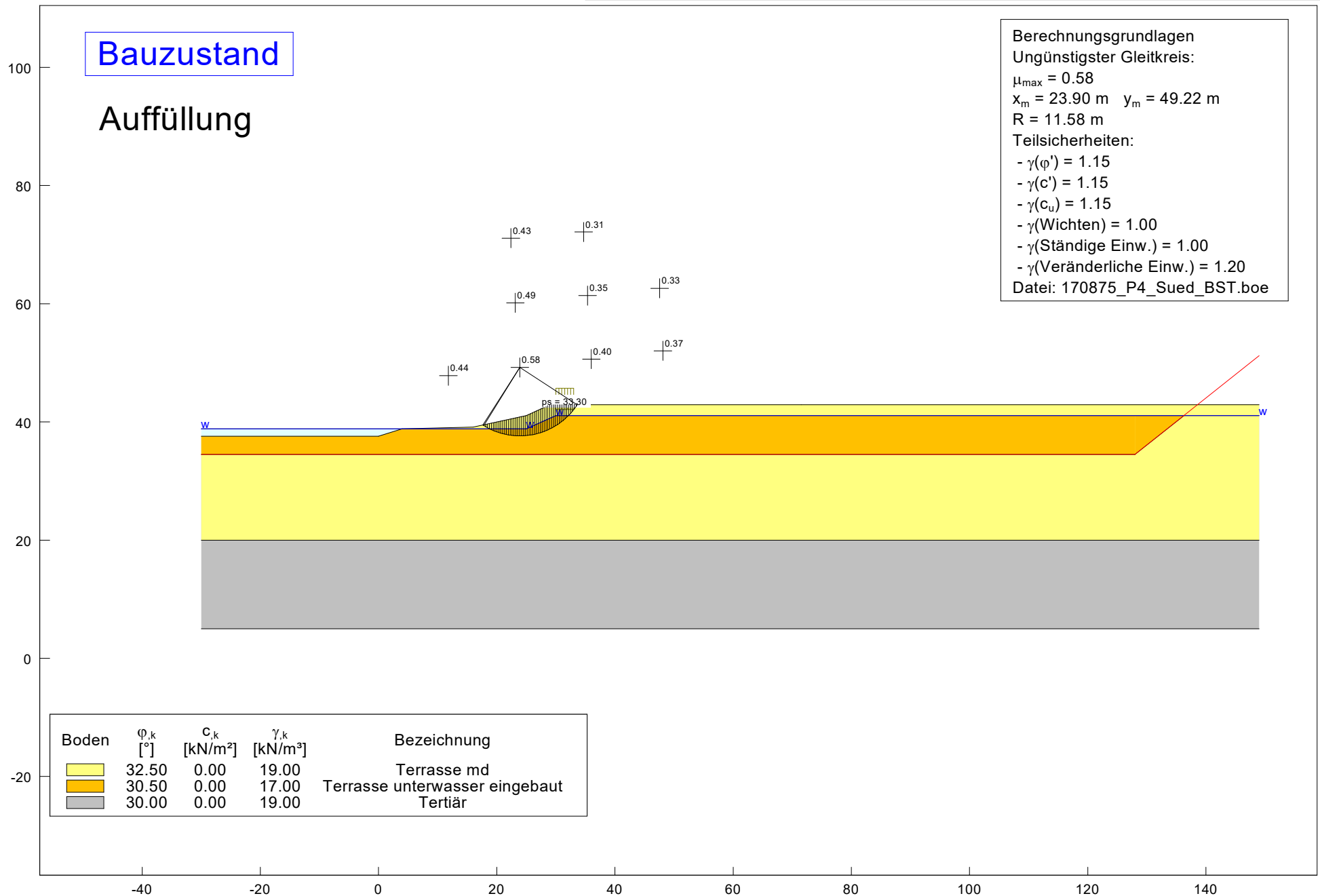
- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Datei: 170875_P4_Sued_BST.boe



Endzustand

Abtrag

Berechnungsgrundlagen Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.98$

$x_m = -71.90 \text{ m}$ $y_m = 86.28 \text{ m}$

$R = 42.09 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

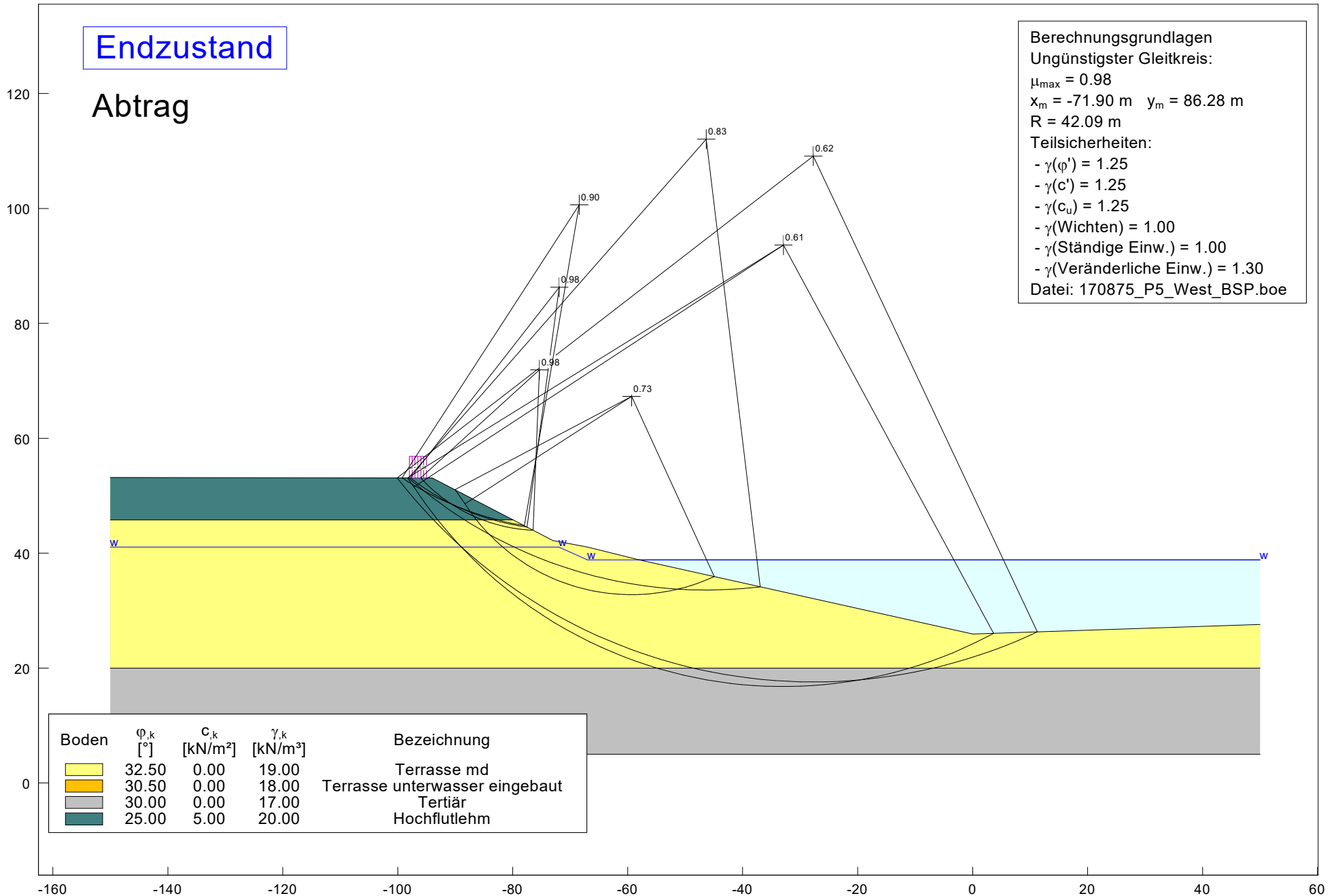
- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: 170875_P5_West_BSP.boe



Endzustand - Erdbeben

Abtrag

Berechnungsgrundlagen Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.86$
 $x_m = -69.51 \text{ m}$ $y_m = 86.77 \text{ m}$
 $R = 43.62 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.00$
- $\gamma(c') = 1.00$
- $\gamma(c_u) = 1.00$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

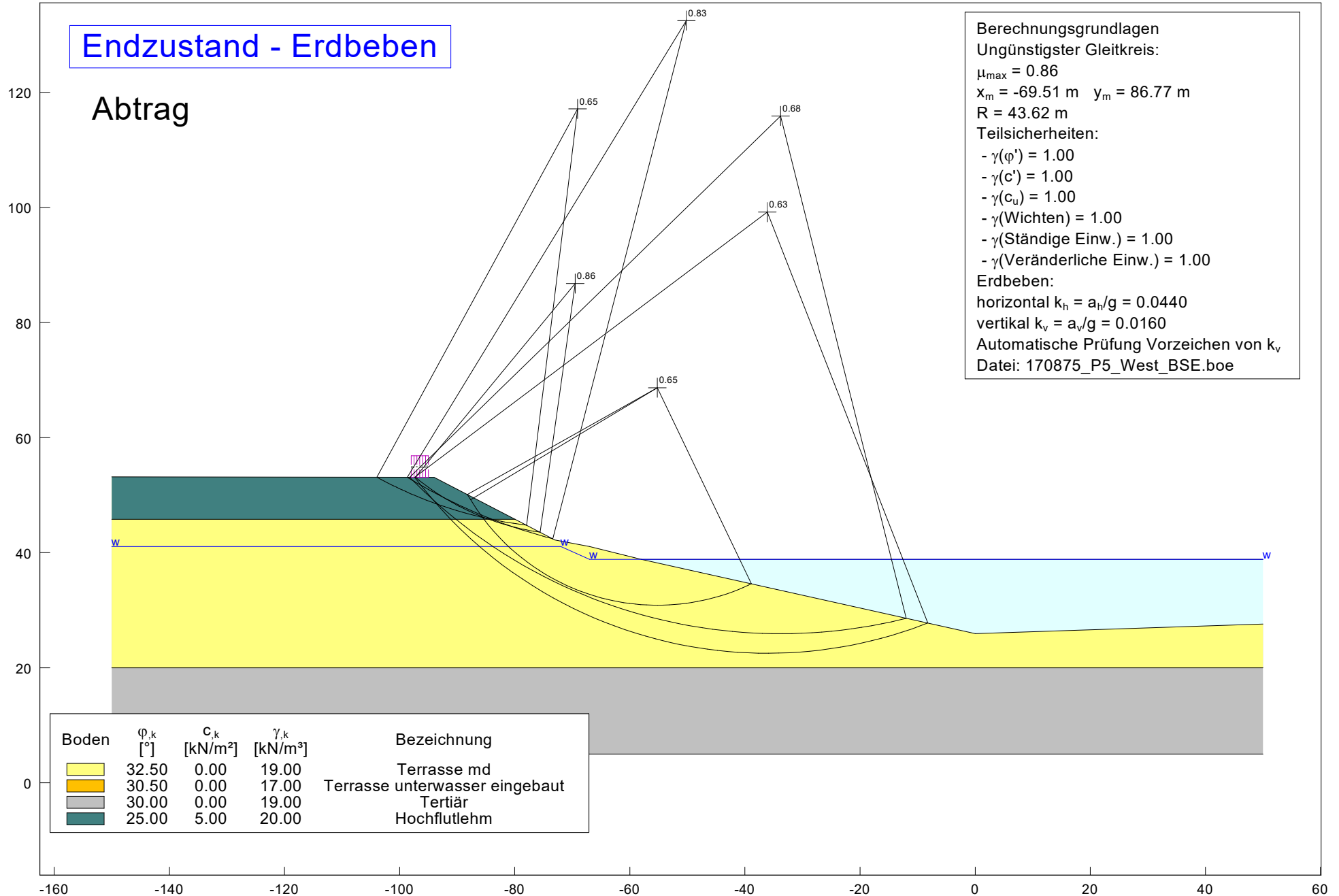
Erdbeben:

horizontal $k_h = a_h/g = 0.0440$

vertikal $k_v = a_v/g = 0.0160$

Automatische Prüfung Vorzeichen von k_v

Datei: 170875_P5_West_BSE.boe



Endzustand

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen

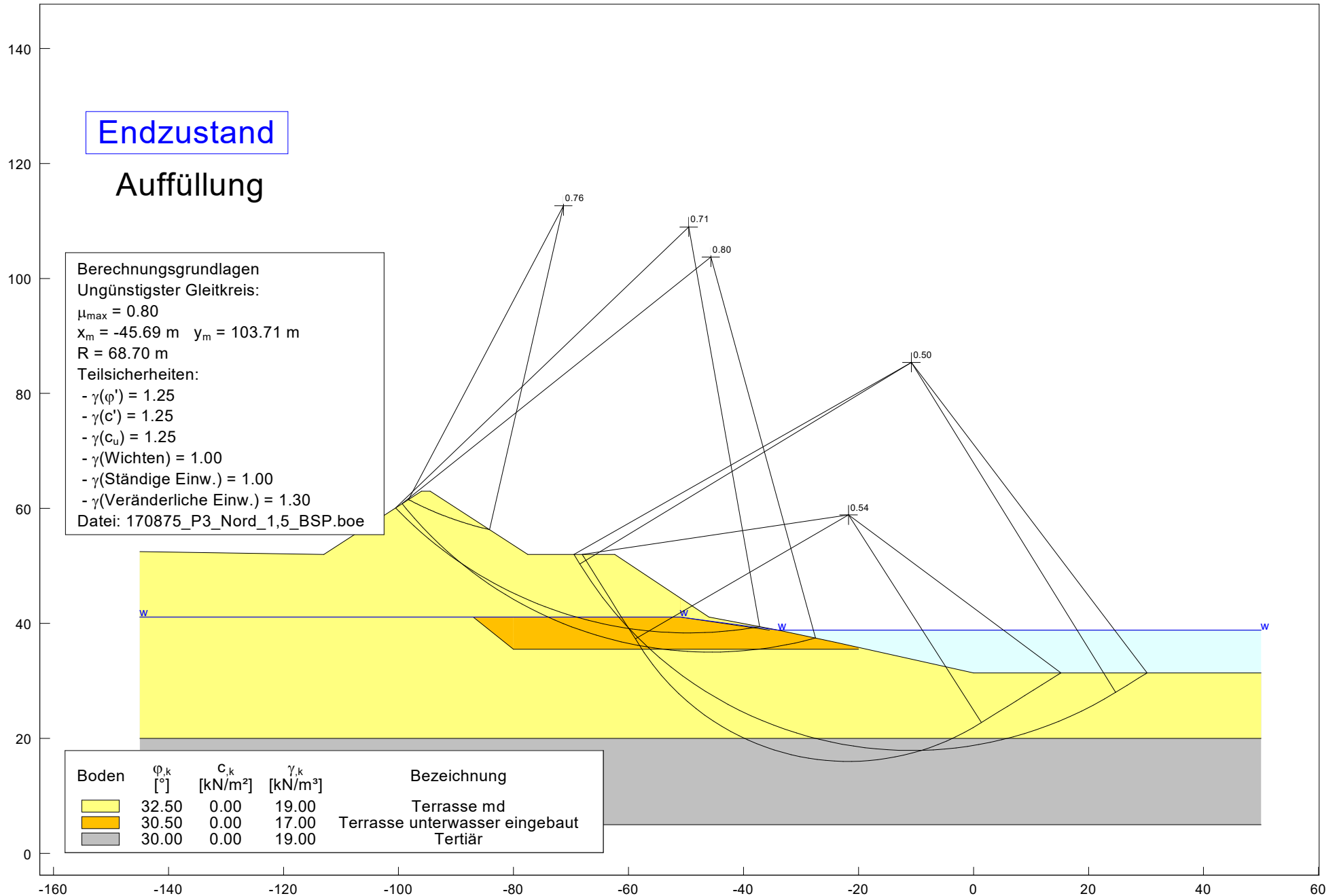
Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.80$
 $x_m = -45.69 \text{ m}$ $y_m = 103.71 \text{ m}$
 $R = 68.70 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Datei: 170875_P3_Nord_1,5_BSP.boe



Endzustand - Erdbeben

Auffüllung

Berechnungsgrundlagen

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.97$
 $x_m = -39.85 \text{ m}$ $y_m = 67.16 \text{ m}$
 $R = 28.34 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.00$
- $\gamma(c') = 1.00$
- $\gamma(c_u) = 1.00$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Erdbeben:

horizontal $k_h = a_h/g = 0.0440$

vertikal $k_v = a_v/g = 0.0160$

Automatische Prüfung Vorzeichen von k_v

Datei: 170875_P3_Nord_1,5_BSE.boe

