

Stadt Mahlberg
Rathausplatz 7
D-77972 Mahlberg

Renchenweg 42 a
77767 Appenweier

Telefon +49 (0) 7805 918 791 3
Fax +49 (0) 7805 918 791 7
Mobil +49 (0) 176 235 401 85
Email info@geosolutions-consulting.de
Web www.geosolutions-consulting.de

Aktenzeichen	Bearbeiter	Kontakt	Datum
GS 20 12 02	Jochen Schmidt	+49 (0) 7805 918 791 3 jschmidt@geosolutions-consulting.de	10.12.2020

Geotechnisches Gutachten

Bodengutachten

Projekt: BV Hochwasserschutz „Im Grün“
D-77972 Mahlberg

Auftraggeber: Stadt Mahlberg
Rathausplatz 7
D-77972 Mahlberg

Fachplaner: Zink Ingenieure GmbH
Poststraße 1
D-77886 Lauf

Auftragnehmer: GeoSolutions Consulting GmbH
Renchenweg 42a
D-77767 Appenweier

Auftrag vom: 09.11.2020



Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	2
2.	Unterlagen	2
3.	Geplante Baumaßnahme	2
4.	Labor- und Felduntersuchungen	3
4.1	Durchgeführte Baugrunderkundung	3
4.2	Geologischer Überblick	3
4.3	Rammkernsondierungen	3
4.6	Korngrößenverteilung nach DIN 18123	4
5.	Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche	4
6.	Hydrogeologie	5
6.1	Grund- und Schichtwasser	5
6.2	Bestimmung Durchlässigkeit der Böden	6
6.3	Versickerungsfähigkeit der Böden	6
7.	Dammbau	7
7.1	Anforderungen an Erdbaustoffe	7
7.2	Anforderungen an Verdichtung	7
8.	Nachweise Standsicherheit Damm	7
9.	Zusammenfassung	9
10.	Technische Hinweise / Sonstiges	9

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regelquerschnitt Damm Nord	2
Abbildung 2: Regelquerschnitt Damm Süd	2

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erkundeter Schichtenaufbau	3
Tabelle 2: Ergebnis der Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123	4
Tabelle 3: Kennwerte für Homogenbereich Erd 1-4	4
Tabelle 4: Ergebnis des Sickerversuchs	6

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis	10
----------------------------	----

Anhang

- Anhang 1: Lageplan der Aufschlusspunkte
- Anhang 2: Bohr- und Rammprofile / Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1
- Anhang 3: Bilder der Bohrkerne
- Anhang 4: Ergebnisse der Labor- und Feldversuche
- Anhang 5: Nachweise Standsicherheiten

1. Vorbemerkungen

Die Stadt Mahlberg plant den Neubau eines Hochwasserschutzdammes in 77972 Mahlberg Ortsteil Orschweier. Die GeoSolutions Consulting GmbH wurde am 09.11.2020 durch die Stadt Mahlberg beauftragt, die unbekanntes Untergrundverhältnisse entlang des Bauwerks zu erkunden und zu begutachten. Begleitender Fachplaner des Bauprojekts ist das Büro Zink Ingenieure GmbH in 77886 Lauf.

2. Unterlagen

Zur Planung der geologischen Erkundungsarbeiten vor Ort und zur Verfassung des Gutachtens liegen der GeoSolutions Consulting GmbH folgende Unterlagen vor:

- Lageplan mit gekennzeichnetem Verlauf des Dammes, erstellt durch Zink Ingenieure GmbH
- Längs- und Querschnitte des Damms, erstellt durch Zink Ingenieure GmbH
- Regelquerschnitte des geplanten Dammbauwerks, erstellt durch Zink Ingenieure GmbH
- Geologische Karte von Baden-Württemberg (1 : 50.000)

3. Geplante Baumaßnahme

Das Baugebiet „Im Grün“ im Ortsteils Orschweier der Gemeinde Mahlberg soll entlang seiner Ostgrenze durch ein Dammbauwerk gegen den Hochwasserereignisse (HQ₁₀₀) geschützt werden. Der südliche Dammabschnitt verläuft über eine Länge von ca. 250 m entlang dem bestehenden Baugebiet. Der nördliche Damm erstreckt sich über eine Länge von ca. 210 m östlich des Neubaugebietes.

Gemäß den vorliegenden Regelquerschnitten ist die Dammkrone 3,0 m breit und soll durch eine Tragschicht geschützt sowie befahrbar gemacht werden. Die Böschungsflanken des Dammes werden mit einer Neigung von 1 : 1,5 ausgebildet. Die Schütthöhe des Damms liegt bei ca. 1,0 m. Die Regelquerschnitte des Damms sind den Abbildung 1 und 2 dargestellt.

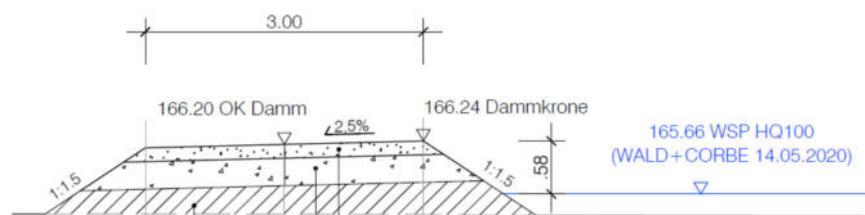


Abbildung 1: Regelquerschnitt Damm Nord

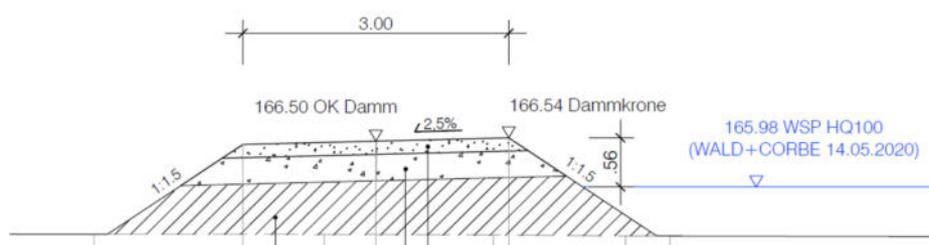


Abbildung 2: Regelquerschnitt Damm Süd

Die Dämme sollen als ungedichtete Dämme hergestellt werden. Dies bedeutet, dass der Damm keine Dichtung besitzt, sondern durchströmt werden kann. Gemäß den vorliegenden Planunterlagen sollen zur Schüttung Böden der Bodengruppen UL, UM, TL, TM nach DIN 18 196 verwendet werden.

Die GeoSolutions Consulting GmbH wurde damit beauftragt, die vorliegenden Untergrundverhältnisse entlang der geplanten Dammabschnitte zu erkunden und zu begutachten sowie die Standsicherheit der Böschungen der Dämme nachzuweisen.

4. Labor- und Felduntersuchungen

4.1 Durchgeführte Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Untergrunds wurden am 03.12.2020 acht Rammkernsondierungen (Durchmesser 60 mm) max. 3,0 m Tiefe abgeteuft. Die Bohransatzpunkte wurden gemäß ihrer Höhe in m ü. NN nivelliert und sind im Lageplan in Anhang 1 gekennzeichnet. Den Rammkernsondierungen wurden Proben zur Bestimmung der Korngrößenverteilung entnommen. Zusätzlich wurden am 04.12.2020 vier Sickerversuche mittels Bohrlochinfiltrometer durchgeführt.

4.2 Geologischer Überblick

Gemäß geologischer Karte von Baden-Württemberg stehen im Baufeld folgende Formationen an:

- Hochflutlehm: sandige, rötlichbraune bis graubraune Tone und Schluffe
- Holozänes Auensediment: sandige bis tonige Schluffe und schluffige bis tonige Sande

4.3 Rammkernsondierungen

Der anhand der Rammkernsondierungen im Erkundungsgebiet aufgeschlossene Untergrund ist aus folgenden Schichten aufgebaut:

Tabelle 1: Erkundeter Schichtenaufbau

Schicht	Tiefe u. GOK [m]	Zusammensetzung	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Farbe	Tragfähigkeit
Mutterboden	0,0-0,5	humos, schwach schluffig, bindig	weich	dunkelbraun	nicht tragfähig
Schluffe (Hochflutlehm)	0,4-1,2	tonig, feinsandig, bindig, erdfeucht	steif	braun, rötlich	ausreichend tragfähig
Feinsand (Auesediment)	0,5-3,0	stark Schluffig, mittelsandig, schwach bindig, erdfeucht	steif	graubraun, hellgrau	ausreichend tragfähig
Kies	ab 2,5	steinig, sandig, schluffig, nicht bindig, erdfeucht	dicht bi sehr dicht	grau	gut bis sehr gut tragfähig

Die zeichnerisch dargestellten geotechnischen Profilschnitte sowie die Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688 befinden sich in Anhang 2. Bilder des ausgelegten Bohrguts befinden sich in Anhang 3. Die Profile zeigen eine gute Korrelation. Sollten während der Bauarbeiten signifikante Abweichungen dazu auftreten, ist der sachverständige geologische Gutachter zu kontaktieren.

4.6 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurden den Rammkernsondierungen folgende Proben entnommen:

- BK01 0,5-1,2 m
- BK01 1,2-2,2 m
- BK05 0,5-1,5 m
- BK08 1,0-2,0 m

In Tabelle 2 ist das Ergebnis der Bestimmung der Korngrößenverteilung der beiden Proben zusammengefasst. Die vollständige Auswertung befindet sich in Anhang 4.

Tabelle 2: Ergebnis der Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Probennummer	Bodenart	Durchlässigkeit k_f -Wert nach Seiler [m/s]
BK01 0,5-1,2 m	U,fs*,ms'	$8,9 * 10^{-7}$
BK01 1,2-2,2 m	U,fs,ms	$4,5 * 10^{-7}$
BK05 0,5-1,5 m	fS,u,ms,gs'	$1,1 * 10^{-5}$
BK08 1,0-2,0 m	fS,u,ms,gs'	$5,7 * 10^{-6}$

5. Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche

Nach der DIN 18300 wird als Homogenbereich ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, bezeichnet, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Für die Baumaßnahme der Geotechnischen Kategorie GK1 (Erdbau) sind die in Tabelle 3 definierten Homogenbereiche zu zuweisen.

Tabelle 3: Kennwerte für Homogenbereich Erd 1-4

Kennwert / Eigenschaft	Dimension	Erd-1	Erd-2	Erd-3	Erd-4
Bezeichnung nach DIN4023	-	Mutterboden/ Oberboden	Schluffe/Tone (Hochflutlehm)	Feinsand (Auesediment)	Kies (Rheinschotter)
Bodengruppe [DIN 18 196]	-	OH	UL/UM/TL/TM	SU/SU*/UL	GW/GI
Bodenklasse [DIN 18 300]	-	1	4	4	3/5
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 09; Tab.1]	-	F3	F3	F3	F1

Kennwert / Eigenschaft	Dimension	Erd-1	Erd-2	Erd-3	Erd-4
Verdichtbarkeitsklasse [ZTV E-StB 09]	-	-	V3	V1/V2	V1
Wichte (feucht) γ	[kN/m ³]	15-16	18-19	19-20	20-21
Wichte (u. Auftrieb) γ'	[kN/m ³]	6-7	8-9	9-10	10-11
Reibungswinkel ϕ'	[°]	15,5-17,5	22,5-25,5	25,5-27,5	32,5-35,5
Kohäsion c'	[kN/m ²]	2-5	10-15	5-10	0
Korngrößenverteilung	-	-	Siehe Anhang	Siehe Anhang	-
d10:	-	-	0,018-0,023	0,007-0,008	-
d60:	-	-	0,11-0,12	0,07-0,11	-
Anteil Steine d > 63 mm	Gew-%	<1,0	<0,1	<0,1	<1,0
Anteil Blöcke d > 200 mm	Gew-%	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,1
Anteile große Blöcke > 630 mm	Gew-%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1
Dichte ρ	t/m ³	1,6-1,7	1,9-2,0	2,0-2,1	2,1-2,3
Wassergehalt w	Gew-%	<45	<22	<15	<10
Plastizitätszahl I _p	%	-	-	-	-
Plastizität	-	weich	weich bis steif	steif	-
Konsistenzzahl I _c	-	-	-	-	-
Lagerungsdichte I _d	%	-	-	-	60-80
undrained Scherfestigkeit c _u	kN/m ²	<20	20 - 30	40-50	-
Abrasivität	[g/t]	0-150	0-150	0-150	600-1200
organischer Anteil	Gew-%	>20	<2	<2	<0,1

Die Frosteinwirkungszone ist gemäß der Karte des Deutschen Wetterdienstes als Zone 1 zu bestimmen. Die Frostschutztiefe ist somit bei 0,8 m u. GOK anzusetzen.

6. Hydrogeologie

6.1 Grund- und Schichtwasser

Entlang des Damms wurde während der Erkundungsarbeiten am 03.12. und 04.12.2020 der Grundwasserspiegel im Bereich der aufgeschlossenen Bohrtiefe nicht angebohrt.

Für das Baufeld können gemäß vorliegender Grundwassermodellierungen folgende Grundwasserspiegel angesetzt werden:

- Mittlerer Grundwasserspiegel (MGW): 162,30 m ü. NN
- mittlerer Höchster Grundwasserspiegel (mHGW): 164,20 m ü. NN
- Höchster Grundwasserspiegel (HGW): 164,80 m ü. NN

Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 165,60 m ü. NN. Der Flurabstand zum MGW beträgt somit 3,3 m.

6.2 Bestimmung Durchlässigkeit der Böden

Zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) der anstehenden Böden wurden in Bohrlöchern mit einem Durchmesser von 8 cm und einer Tiefe zwischen 0,6-1,0 m Sickerversuche mittels Bohrlochinfiltrometer durchgeführt. Die Versuchspunkte sind im Lageplan in Anhang 1 gekennzeichnet. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Versuche aufgeführt.

Tabelle 4: Ergebnis des Sickerversuchs

Versuch Nr.	Homogenbereich	Durchlässigkeits-beiwert (k_f -Wert) [m/s]	Sickerrate [m/Tag]
Sickerversuch SV01	Schluffe Auensediment	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0,26
Sickerversuch SV02	Deckschicht - Schluffe/Tone Hochflutlehm	$6,6 \cdot 10^{-7}$	0,06
Sickerversuch SV03	Deckschicht - Schluffe/Tone Hochflutlehm	$2,8 \cdot 10^{-7}$	0,02
Sickerversuch SV04	Schluffe Auensediment	$1,8 \cdot 10^{-6}$	0,15

Die vollständige Auswertung der Sickerversuche befindet sich in Anhang 4.

6.3 Versickerungsfähigkeit der Böden

Das Gelände entlang der Luftseite des geplanten Damms entwässert mit dem natürlichen Gefälle in Richtung des Damms. Somit kann sich luftseitig Regenwasser am Böschungsfuß des Damms sammeln, welches im dort anstehenden Boden versickert werden muss. Gemäß den durchgeführten Sickerversuchen ist die anstehende Deckschicht mit k_f -Werten von $2,8 \cdot 10^{-7}$ m/s bis $6,6 \cdot 10^{-7}$ m/s als gering durchlässig zu bezeichnen. Die Sickerraten liegen zwischen 0,02 bis 0,06 m/Tag. Somit ist nach Starkregenereignissen oder langanhaltenden Regenfällen mit einem Anstau von Oberflächenwasser auf der Luftseite des Damms zu rechnen, welches nur langsam versickert.

Um den Anstau des Regenwassers und eine langfristige Durchnässung des Geländes zu vermeiden, wird empfohlen, den Bereich vor der Luftseite des Damms zu entwässern. Hierfür kann am Böschungsfuß des Damms oder vor dem Damm eine Drainage eingebaut werden, über welche das Oberflächenwasser Sickeranlagen zugeführt werden kann. Sickeranlagen können in Form von Kiespackungen ausgebildet werden, in den das Oberflächenwasser schneller als im umliegenden Boden in das Grundwasser versickert wird.

Die ungedichteten Dämme können bei langem Einstau auch durchströmt werden. Somit besteht auch die Möglichkeit, dass sich aufgrund von durchströmendem Sickerwasser Staunässe am Böschungsfuß ausbildet. Diese kann ebenfalls durch die oben beschriebene Drainage gefasst und Versickerungsanlagen zugeführt werden.

7. Dammbau

7.1 Anforderungen an Erdbaustoffe

Für die Schüttung des Damms sollen Böden der Bodengruppen UM, UL, TL oder TM nach DIN 18196 zum Einsatz kommen. Der Damm soll gemäß den vorliegenden Querschnitten als „quasi-homogene“ Schüttung aus demselben Schüttmaterial erfolgen. Die Dammkorne wird durch eine befahrbare Tragschicht geschützt.

Prinzipiell eignen sich für den Dammbau alle nicht wasserlöslichen Gesteine oder Böden entsprechend ihrer chemischen oder physikalischen Konstitution in unterschiedlicher Eignung. Hierbei ist darauf zu achten, dass die physikalischen Eigenschaften der Böden beim Lösen am Gewinnungsort sowie beim Einbau am Bestimmungsort nicht verändert werden. Für die oben genannten Bodengruppen können z. B. Änderungen in der Konsistenz durch die Veränderung des Wassergehaltes zu signifikanten Abweichung in der Einbaufähigkeit des Material führen. Für die genannten Bodengruppen sollen die Böden mind. steife Konsistenzen aufweisen.

7.2 Anforderungen an Verdichtung

Als Dammauflager sind die im Homogenbereich Erd-2 anstehenden Böden gut geeignet. Der Mutter- bzw. Oberboden des Homogenbereichs Erd-1 ist vollständig zu entfernen. Das Dammauflager ist nach Räumung des Mutterbodens zu entwässern und hinsichtlich seiner Tragfähigkeit zur überprüfen (Anforderung 97 % D_{Pr}). Hindernisse und Vegetation sind vollständig zu entfernen. Die Schüttlagen sind in voller Arbeitsbreite einzubauen und müssen profilgemäß angepasst sein. Die Verdichtung des Materials erfolgt von außen zur Mitte hin. Beim Einbau von witterungsempfindlichen Materialien ist ein Seitengefälle von 6% anzulegen, damit das Oberflächenwasser umgehend abfließen kann.

Die Verdichtung von fein-, grob- und gemischtkörnigen Böden soll möglichst bei optimalem Wassergehalt w_{Pr} erfolgen. Materialien mit zu hohem Wassergehalt dürfen nicht eingebaut werden. Ebenfalls ist ein überschütten von nachträglich aufgeweichten Schichten zu vermeiden. Bei zu trocknen Böden ist eine Zugabe von Wasser erforderlich.

Die Böschungen, Dammschultern und sonstige Randzonen sind zu verdichten. Für das Verdichten dieser Bereiche eignen sich leichte bis mittelschwere Verdichtungsgeräte.

Die Böden der Bodengruppen UM, UL, TL oder TM nach DIN 18196 entsprechen der Verdichtungsklasse 1 nach der ZTV E-StB 09. Die Böden sind auf mind. 97 % D_{Pr} zu verdichten.

Die Dammkorne soll mit einer 30 cm starken Tragschicht mit Körnung 0/56 sowie einer darüber liegenden 10 cm starken Tragschicht mit Körnung 0/16 gesichert werden. Als Tragschicht ist ein natürliches gebrochenes Mineralgemisch (Bodenklasse GW/GI) mit einem maximalen Schluffanteil von 5 % zu verwenden werden. Die Tragschicht ist ausreichend zu verdichten:

- Anforderung statisch: $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$
- Anforderung dynamisch: $E_{v_{dyn}} \geq 40 \text{ MN/m}^2$.

8. Nachweise Standsicherheit Damm

Grundlage für die Bemessung der Standsicherheiten sind die Geotechnischen Profilschnitte in Anhang 2 sowie die vorliegenden Querschnitte des Damms. Das Bodenmodell setzt sich aus einer geringmächtigen

schluffigen Deckschicht (Hochflutlehm, Homogenbereich Erd-2) sowie dem darunter liegenden Feinsand (Auesediment, Homogenbereich Erd-3) zusammen (siehe Profilschnitte in Anhang 2). Auf diesem Modell wird der Damm (Bodengruppen UM, UL, TL oder TM) aufgebaut, der im Falle eines Hochwasserereignisses HQ₁₀₀ eingestaut wird. Das System wird als stationär angesehen.

Für den Nachweis der Standsicherheit der Böschung ist die Porenwasserdrucklinie bei Durchströmung im eingestauten Zustand zu bestimmen. Die Modellierung der hydraulischen Strömung bzw. die Ermittlung der Porenwasserdrucklinie durch das oben beschriebene System erfolgt mittels dem Programm GGU-2D-SSFLOW (Version 11.12). Das berechnete FE-Netz mit den Porenwasserdrücken stellt die Basis für den Nachweis der Standsicherheit der Böschung mittels dem Programm GGU-STABILITY (Version 12.15). Berechnungsgrundlage für den Nachweis der Sicherheit im Grenzzustand ist die DIN 4084:2009 sowie die DIN 1054:2010-12.

Berechnet wurden insgesamt drei Modelle. Das erste Modell wurde für den Damm „Nord“ mit geringmächtiger (0,6 m) Deckschicht, das zweite für den Damm „Süd“ mit gleicher Deckschicht berechnet. Im Aufschlusspunkt BK05 konnte die Deckschicht nicht angetroffen werden. Für diesen Abschnitt wurde ein drittes Modell ohne Deckschicht berechnet. Der Damm wird dabei mit 1,0 m Höhe und Böschungsneigungen von 1 : 1,5 angesetzt. Für die Durchlässigkeiten wurden die mittleren, in den Sickerversuchen bestimmten k_f -Werte, angesetzt. Für den Damm wurde ein bindiger Boden (Bodengruppen UM, UL, TL oder TM) mit einem Reibungswinkel ϕ von 25,5°, einer Kohäsion c' von 10 kN/m² und einer Durchlässigkeit von $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s angenommen. Die befahrbare Dammkrone wird mit einer Verkehrslast von 33 kN/m² belastet.

Das Programm GGU-Stability enthält die Sicherheitsdefinition gemäß DIN 4084:1981 nach Fellenius:

$$\eta = \tan\phi_{\text{vorh}} / \tan\phi_{\text{erf}}$$

Nach der Definition der neuen DIN 4084:2009 wird zur Beurteilung der Standsicherheit der Ausnutzungsgrad μ berechnet. Für den Ausnutzungsgrad μ gilt folgende Beziehung:

$$\mu = 1 / \eta$$

Demnach ist eine ausreichende Standsicherheit der Böschung gegeben, wenn der Ausnutzungsgrad $\mu < 1,0$ ist, entsprechend wenn $\eta > 1,0$ ist.

Für die oben beschriebenen Modelle wurden Standsicherheitsnachweise durchgeführt. Die Ausnutzungsgrade für drei berechneten Modelle wurden mit

Damm „Nord“ mit Deckschicht $\mu = 0,70$

Damm „Süd“ mit Deckschicht $\mu = 0,68$

Damm „Süd“ ohne Deckschicht $\mu = 0,68$

berechnet.

Gemäß der Definition wurden alle Ausnutzungsgrade μ mit $< 1,0$ bestimmt. Folglich sind die Böschungen mit Neigungen von 1 : 1,5 als standsicher anzusehen. Die vollständigen Berechnungen befinden sich in Anhang 5.

9. Zusammenfassung

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um den Bau eines Hochwasserschutzdammes für das Baugebiet im „Grün“ in Mahlberg-Orschweier. Die im Baufeld anstehenden Böden wurden mittels Rammkernsondierungen erkundet. Grund- oder Schichtwasser wurde in den Aufschlussbohrungen nicht beobachtet. Gemäß den durchgeführten Sickerversuchen sind die anstehenden Böden als gering durchlässig zu bezeichnen.

Die anstehenden Böden der Homogenbereiche Erd-2 bis Erd-4 sind als Auflager für die Dammschüttung gut geeignet. Für die Schüttung des Dammes sollen Böden der Bodengruppen UM, UL, TL oder TM verwendet werden. Die Bodengruppen sind für Dammschüttungen geeignet. Beim Lösen der Böden am Gewinnungsort sowie beim Einbau am Bestimmungsort ist darauf zu achten, dass die Konsistenz der Böden erhalten bleiben. Die Böden sollen dabei mind. steife Konsistenz aufweisen. Die Verdichtung muss auf mind. 97 % D_{Pr} erfolgen.

Die Böschungen der Dämme können mit den genannten Böden der Bodengruppen UM, UL, TL und TM mit Neigungen von 1 :1,5 standsicher ausgeführt werden. Die rechnerischen Nachweise konnten hierfür erbracht werden.

10. Technische Hinweise / Sonstiges

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung usw.) können nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammkernsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich.

GeoSolutions Consulting GmbH



Dipl.-Geol. Jochen Schmidt
Geschäftsführer

Appenweier, den 10.12.2020

Literaturverzeichnis

DIN 4020:2012-12	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
DIN EN ISO 14688-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung
DIN 18196:2011-05	Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18300:2015-08	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
ZTV E-StB 09, Tab.1	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
RStO 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus für Verkehrsflächen
ATV-A 127	Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen
VwV	Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial
RuVA-StB	Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01, Ausgabe 2001, Fassung 2005 (RuVA-StB 01-2005)

Anhang 1: Lageplan der Aufschlusspunkte



Lageplan
Topographische Karte

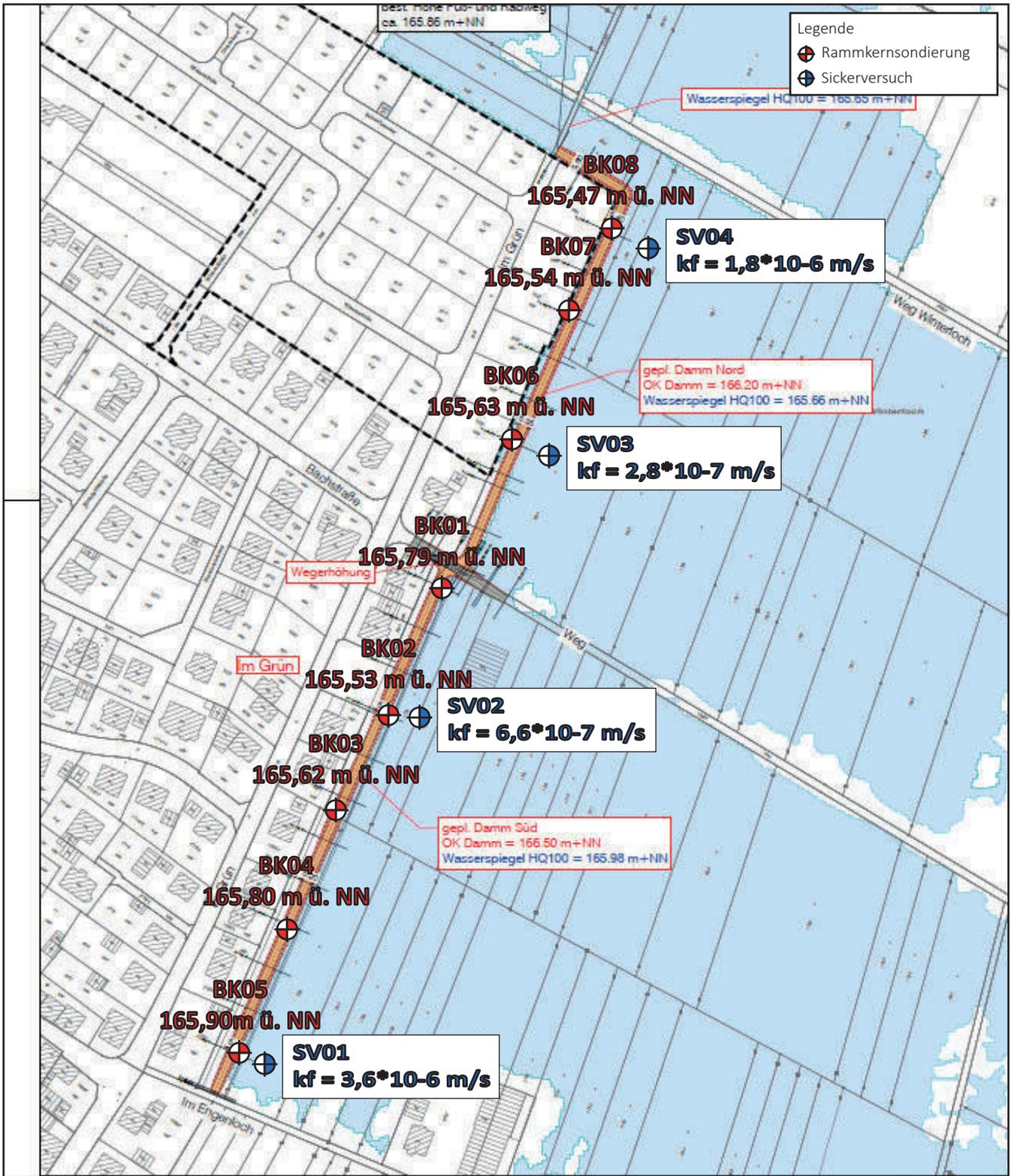
BAUVORHABEN
BV Hochwasserschutz „Im Grün“
D-77972 Mahlberg



GeoSolutions Consulting GmbH
Renchenweg 42a
77767 Apperweiler
Telefon +49 (0) 7085 918 791 3
Fax +49 (0) 7805 918 791 7
Email info@geosolutions-consulting.de
Web www.geosolutions-consulting.de

BAUHERR
Stadt Mahlberg
Rathausplatz 7
D-77972 Mahlberg

DATUM	AZ	MAßSTAB
06.12.2020	GS 20 12 02	
BEARBEITER		ANLAGE
J. Schmidt		1



Lageplan
Aufschlusspunkte

BAUVORHABEN
BV Hochwasserschutz „Im Grün“
D-77972 Mahlberg



GeoSolutions Consulting GmbH
Renchenweg 42a
77767 Apperweiler
Telefon +49 (0) 7805 918 791 3
Fax +49 (0) 7805 918 791 7
Email info@geosolutions-consulting.de
Web www.geosolutions-consulting.de

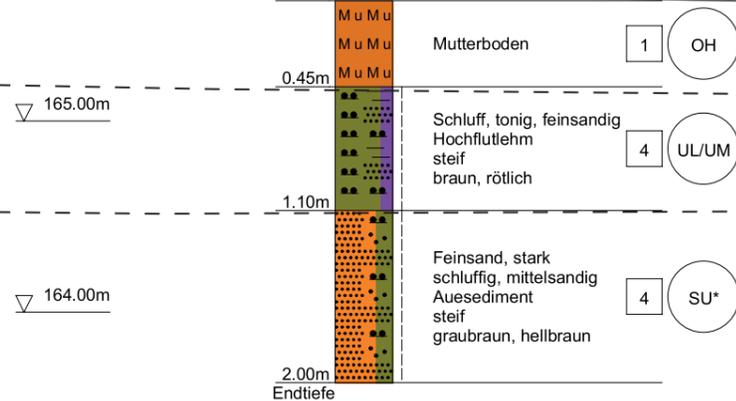
BAUHERR
Stadt Mahlberg
Rathausplatz 7
D-77972 Mahlberg

DATUM	AZ	MAßSTAB
06.12.2020	GS 20 12 02	
BEARBEITER		ANLAGE
J. Schmidt		1

Anhang 2: Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1

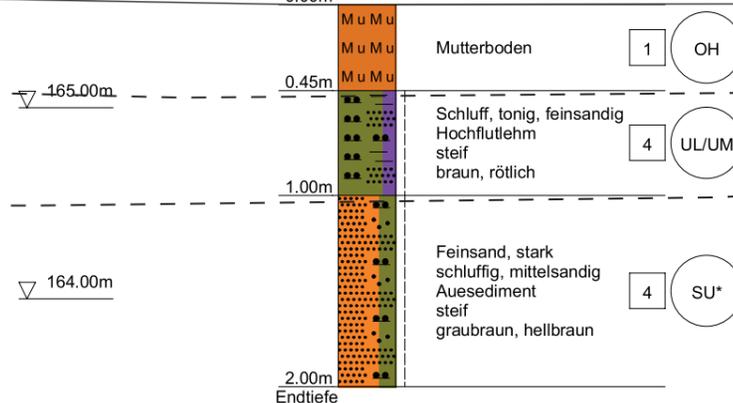
BK06

Ansatzpunkt: 165.63 m
0.00m



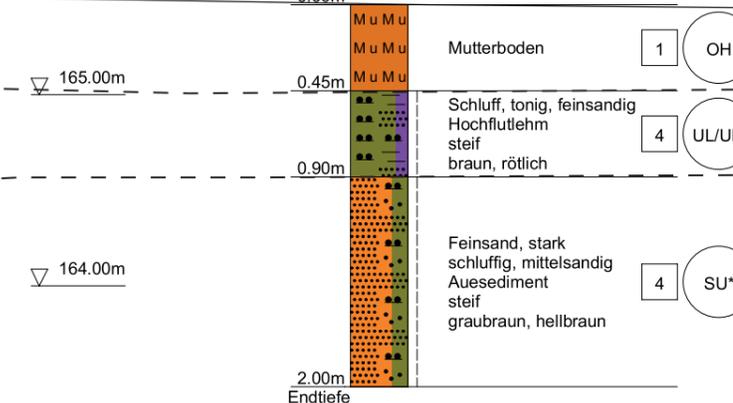
BK07

Ansatzpunkt: 165.54 m
0.00m



BK08

Ansatzpunkt: 165.47 m
0.00m



Damm Nord Geotechnischer Profilschnitt

BAUVORHABEN

BV Hochwasserschutz „Im Grün“
D-77972 Mahlberg



GeoSolutions Consulting GmbH
Renchenweg 42a
77767 Appenweiler

Telefon +49 (0) 7805 918 791 3
Fax +49 (0) 7805 918 791 7
Email info@geosolutions-consulting.de
Web www.geosolutions-consulting.de

BAUHERR

Stadt Mahlberg
Rathausplatz 7
D-77972 Mahlberg

DATUM

06.12.2020

AZ

GS 20 12 02

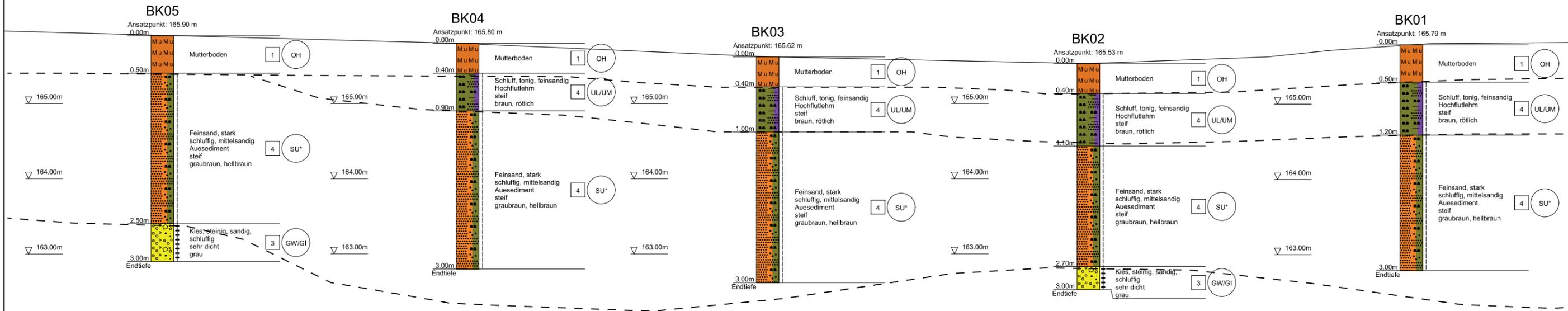
MASSTAB

BEARBEITER

J. Schmidt

ANLAGE

2.1



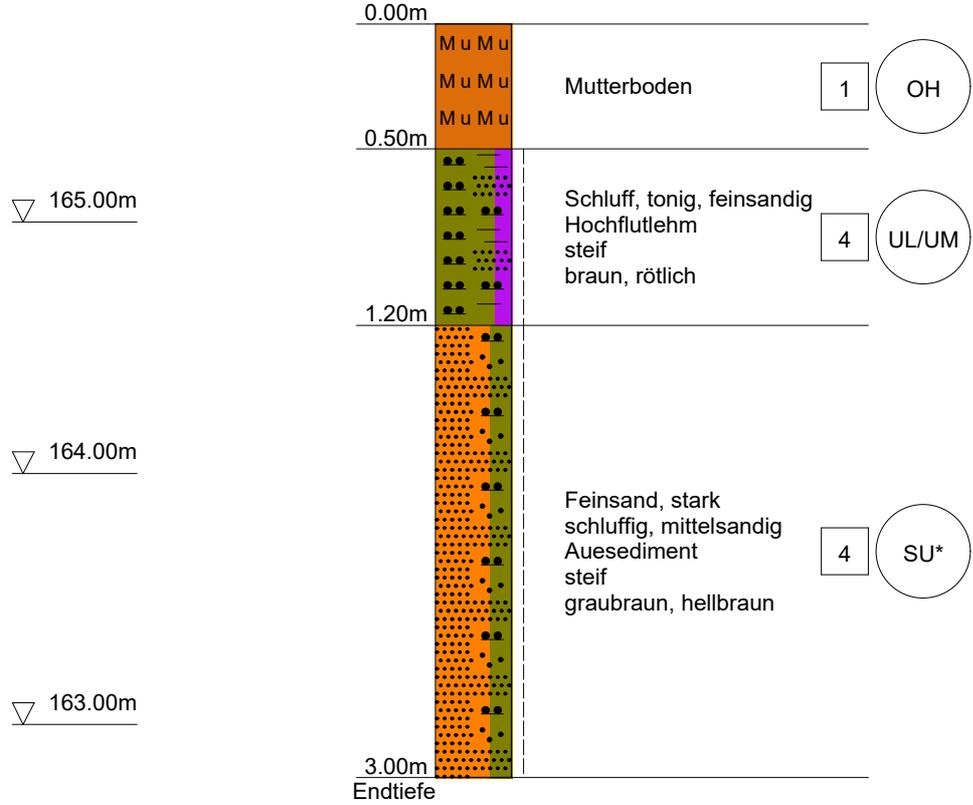
Damm Süd
Geotechnischer Profilschnitt

BAUVORHABEN BV Hochwasserschutz „Im Grün“ D-77972 Mahlberg		 GeoSolutions Consulting GmbH Renchenweg 42a 77767 Appenweiler Telefon +49 (0) 7805 918 791 3 Fax +49 (0) 7805 918 791 7 Email info@geosolutions-consulting.de Web www.geosolutions-consulting.de	
BAUHERR Stadt Mahlberg Rathausplatz 7 D-77972 Mahlberg	DATUM	AZ	MARSTAB
	06.12.2020	GS 20 12 02	
	BEARBEITER		ANLAGE
	J. Schmidt		2.1

GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK01

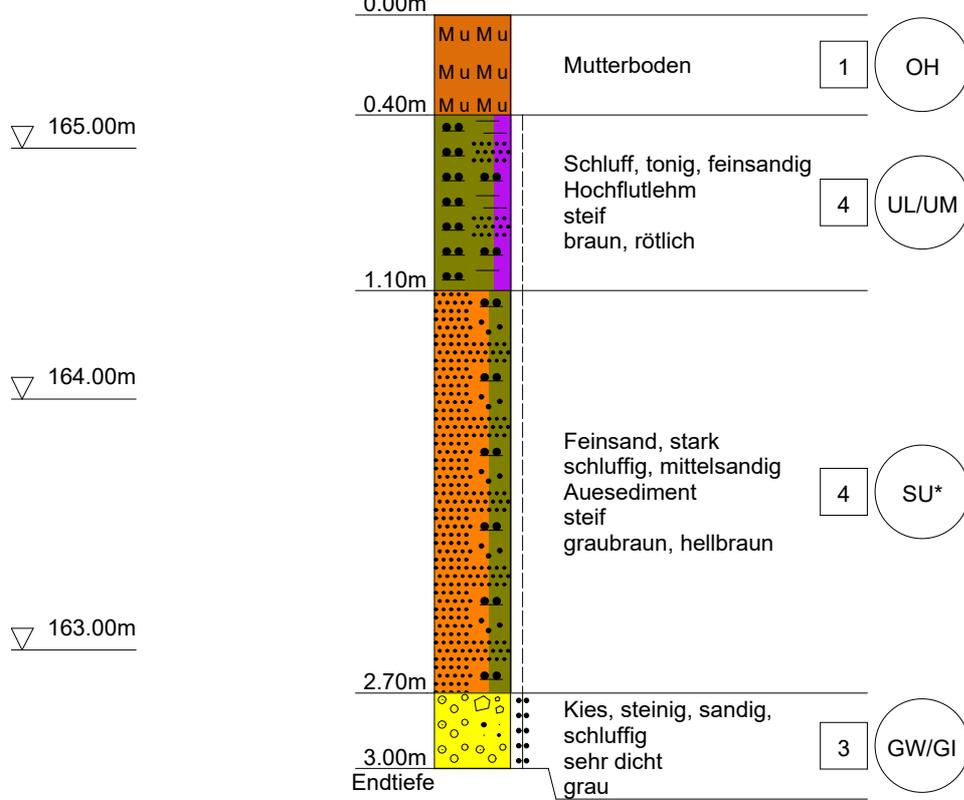
Ansatzpunkt: 165.79 m



GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK02

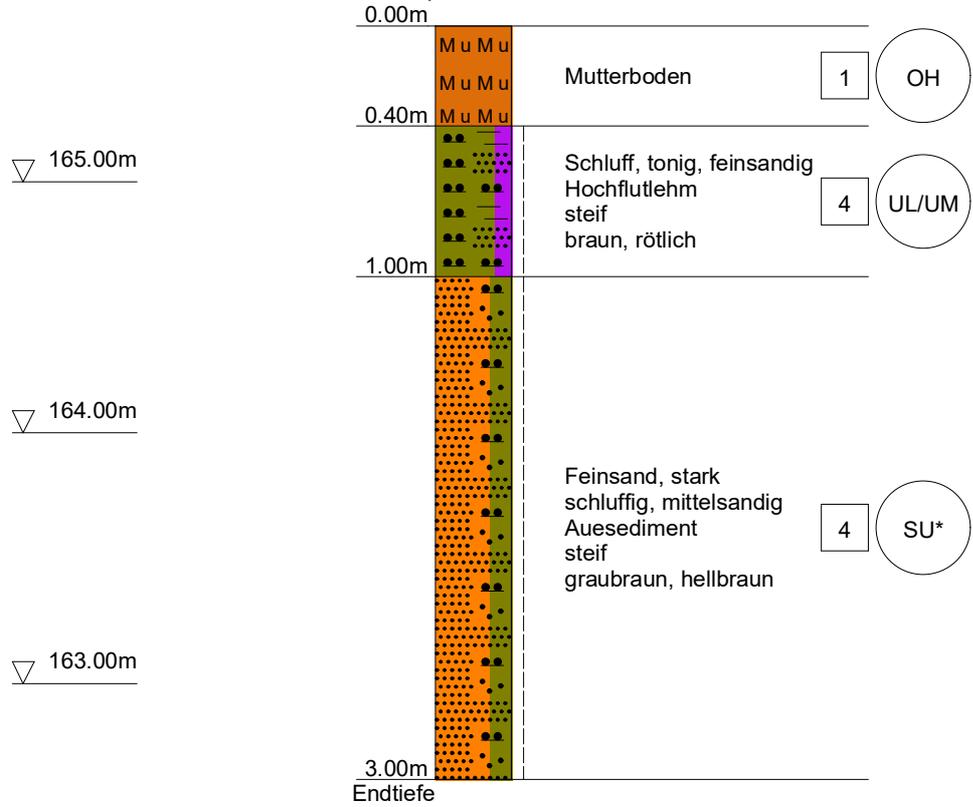
Ansatzpunkt: 165.53 m



GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK03

Ansatzpunkt: 165.62 m



GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK04

Ansatzpunkt: 165.80 m

0.00m

M u M u

Mutterboden

1

OH

0.40m

M u M u

Schluff, tonig, feinsandig
Hochflutlehm
steif
braun, rötlich

4

UL/UM

0.90m

▽ 165.00m

M u M u

▽ 164.00m

Feinsand, stark
schluffig, mittelsandig
Auesediment
steif
graubraun, hellbraun

4

SU*

▽ 163.00m

3.00m

Endtiefe

GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK05

Ansatzpunkt: 165.90 m

0.00m

M u M u

M u M u

M u M u

Mutterboden

1

OH

0.50m

▽ 165.00m

Feinsand, stark schluffig, mittelsandig

Auesediment
steif
graubraun, hellbraun

4

SU*

▽ 164.00m

2.50m

Kies, steinig, sandig, schluffig

sehr dicht
grau

3

GW/GI

▽ 163.00m

3.00m

Endtiefe

GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK06

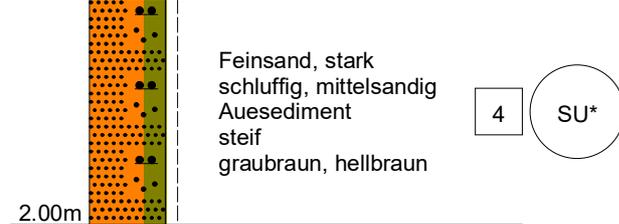
Ansatzpunkt: 165.63 m

0.00m

▽ 165.00m



▽ 164.00m



Endtiefe

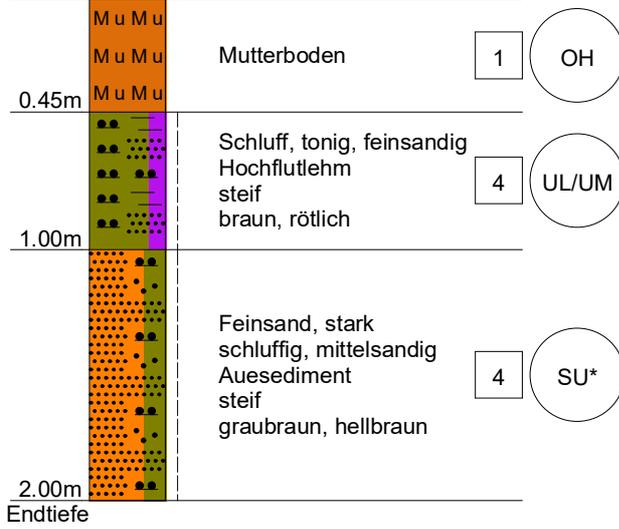
GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK07

Ansatzpunkt: 165.54 m

0.00m

▽ 165.00m



▽ 164.00m

2.00m

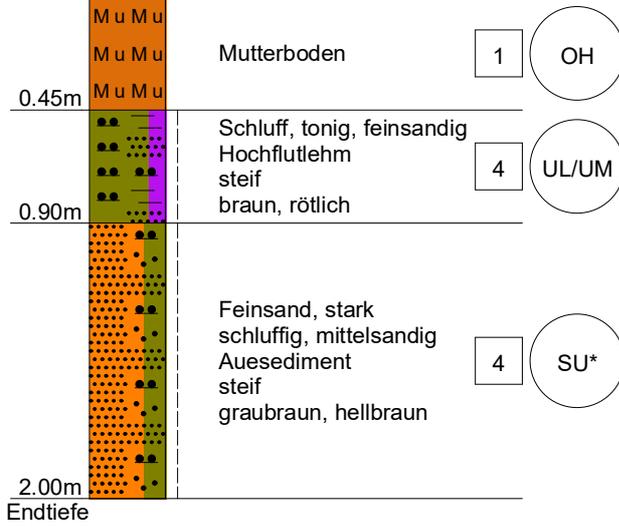
GeoSolutions Consulting GmbH	Projekt : BV Hochwasserschutz "Im Grün" - Mahlberg
Renchenweg 42a	Projektnr.: GS 20 12 02
D-77767 Appenweier	Anlage :
www.geosolutions-consulting.de	Maßstab : 1: 30

BK08

Ansatzpunkt: 165.47 m

0.00m

▽ 165.00m



▽ 164.00m

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK01 Projektnr.:
---	---

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.50	<div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div>					
1.20	<div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div>	braun, rötlich	steif			
3.00	<div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%;"></div>	graubraun, hellbraun	steif			

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK02 Projektnr.:
---	---

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.40	Mutterboden					
1.10	Schluff, tonig, feinsandig Hochflutlehm	braun, rötlich	steif			
2.70	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig Auesediment	graubraun, hellbraun	steif			

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrerwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
3.00	Kies, steinig, sandig, schluffig	grau	sehr dicht			

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK03 Projektnr.:
---	---

Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1						
Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.40	Mutterboden					
1.00	Schluff, tonig, feinsandig Hochflutlehm	braun, rötlich	steif			
3.00	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig Auesediment	graubraun, hellbraun	steif			

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: mm Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK04 Projektnr.:
---	---

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:

	1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
	Mutterboden						
0.40							
	Schluff, tonig, feinsandig	braun, rötlich	steif				
0.90	Hochflutlehm						
	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig	graubraun, hellbraun	steif				
3.00	Auesediment						

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: mm Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK05 Projektnr.:
---	---

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.50	Mutterboden					
2.50	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig Auesediment	graubraun, hellbraun	steif			
3.00	Kies, steinig, sandig, schluffig	grau	sehr dicht			

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im	Seite: 4 Aufschluss: BK06 Projektnr.:
---	---

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:

	1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Farbe	Beschreibung der Probe	Beschreibung des Bohrfortschritts	Proben Versuche	Bemerkungen		
0.45	Kalk-gehalt	<ul style="list-style-type: none"> - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Typ - Nr - Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge 		
1.10	braun, rötlich	steif					
2.00	graubraun, hellbraun	steif					

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Name des Unternehmens:		Seite: 4	
Name des Auftraggebers:		Aufschluss: BK07	
Bohrverfahren:	mm	Datum:	Projektnr.:
Durchmesser:	mm	Neigung:	
Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im			

Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe	Beschreibung des Bohrfortschritts	Proben Versuche	Bemerkungen
	Geol. Benennung (Stratigraphie)		- Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	- Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	- Typ - Nr - Tiefe	- Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.45	Mutterboden					
1.00	Schluff, tonig, feinsandig Hochflutlehm	braun, rötlich	steif			
2.00	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig Auesediment	graubraun, hellbraun	steif			

GeoSolutions Consulting GmbH
 Renchenweg 42a
 D-77767 Appenweier
 www.geosolutions-consulting.de

Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 4
Name des Unternehmens:		Aufschluss: BK08
Name des Auftraggebers:		Projektnr.:
Bohrverfahren:	mm	Datum:
Durchmesser:	mm	Neigung:
Projektbezeichnung: BV Hochwasserschutz "Im		

Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe	Beschreibung des Bohrfortschritts	Proben Versuche	Bemerkungen
	Geol. Benennung (Stratigraphie)		<ul style="list-style-type: none"> - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrbarkeit/Kernform - Meißelersatz - Beobachtungen usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Typ - Nr - Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.45	Mutterboden					
0.90	Schluff, tonig, feinsandig Hochflutlehm	braun, rötlich	steif			
2.00	Feinsand, stark schluffig, mittelsandig Auesediment	graubraun, hellbraun	steif			

Anhang 3: Bilder der Bohrkern

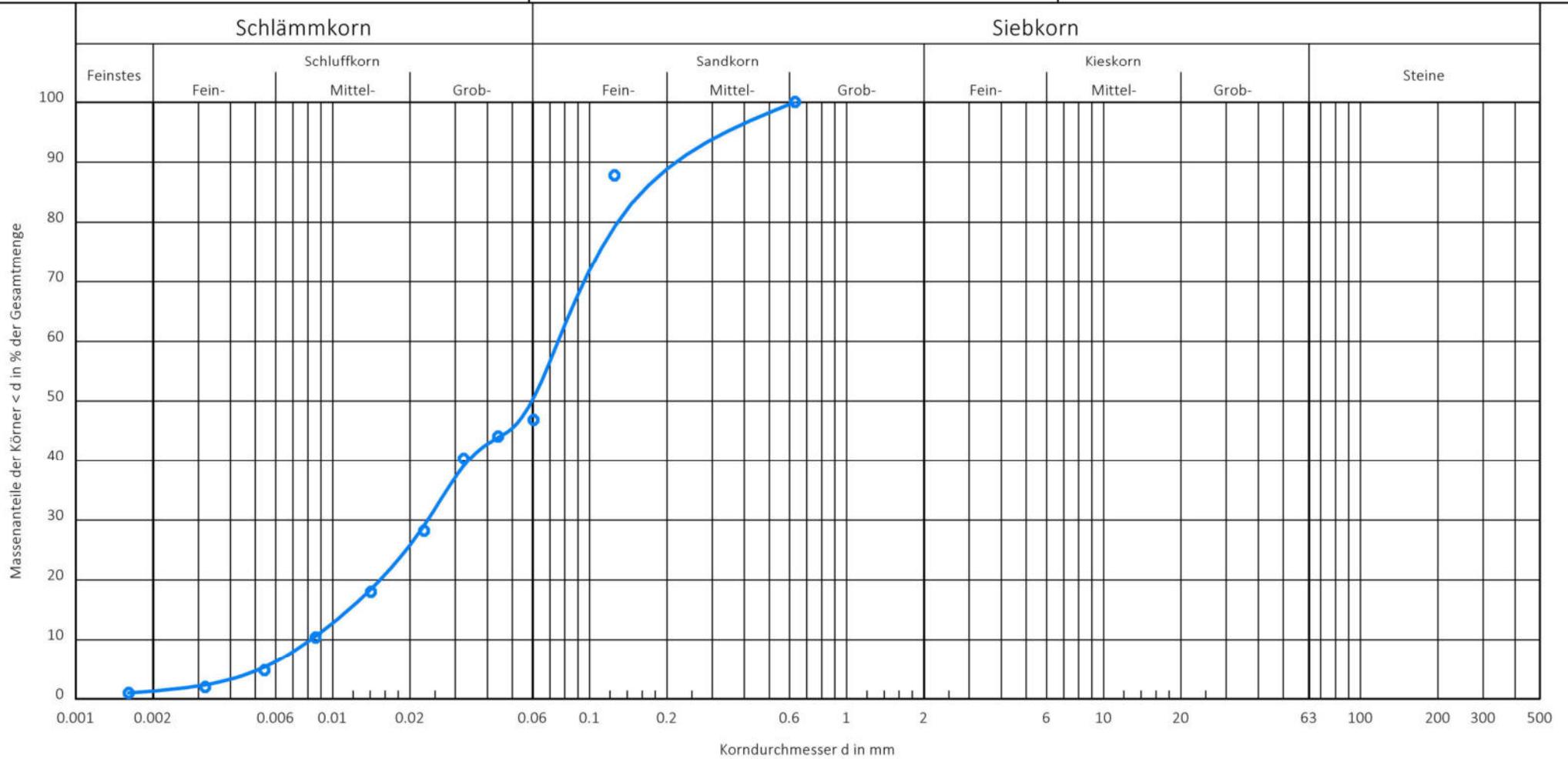








Anhang 4: Ergebnisse der Labor- und Feldversuche



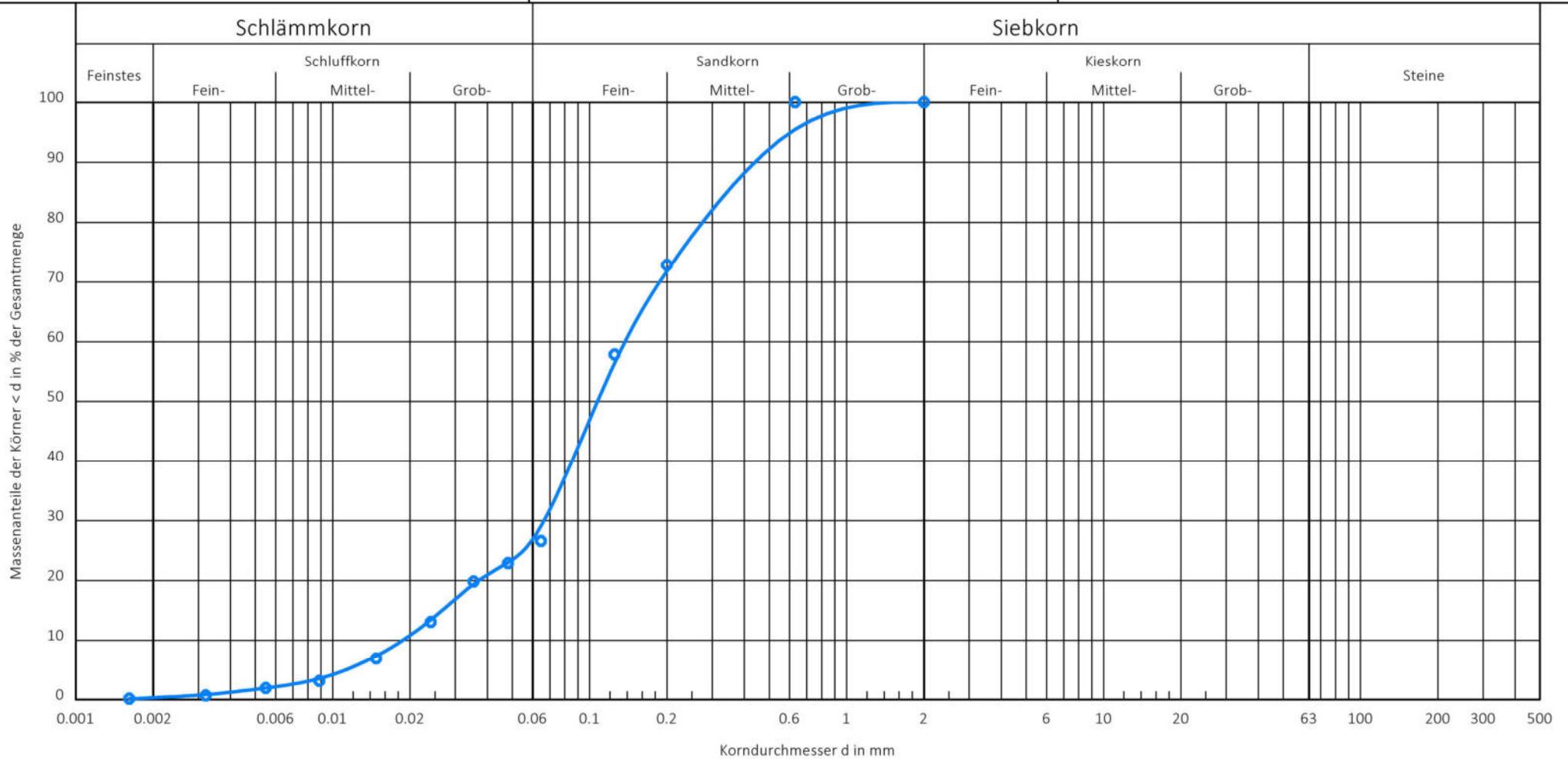
Bezeichnung:	Schluff
Bodenart:	U, fs, ms'
Bodengruppe	
k [m/s] (Seiler):	$8.9 \cdot 10^{-7}$
Entnahmestelle:	
Cu/Cc	9.2/0.9
d10:	0.0082
d60:	0.0754
Frostsicherheit	-

Bemerkungen:

Bericht:
 GS 20 12 02
 Anlage:

Bearbeiter: Jochen Schmidt

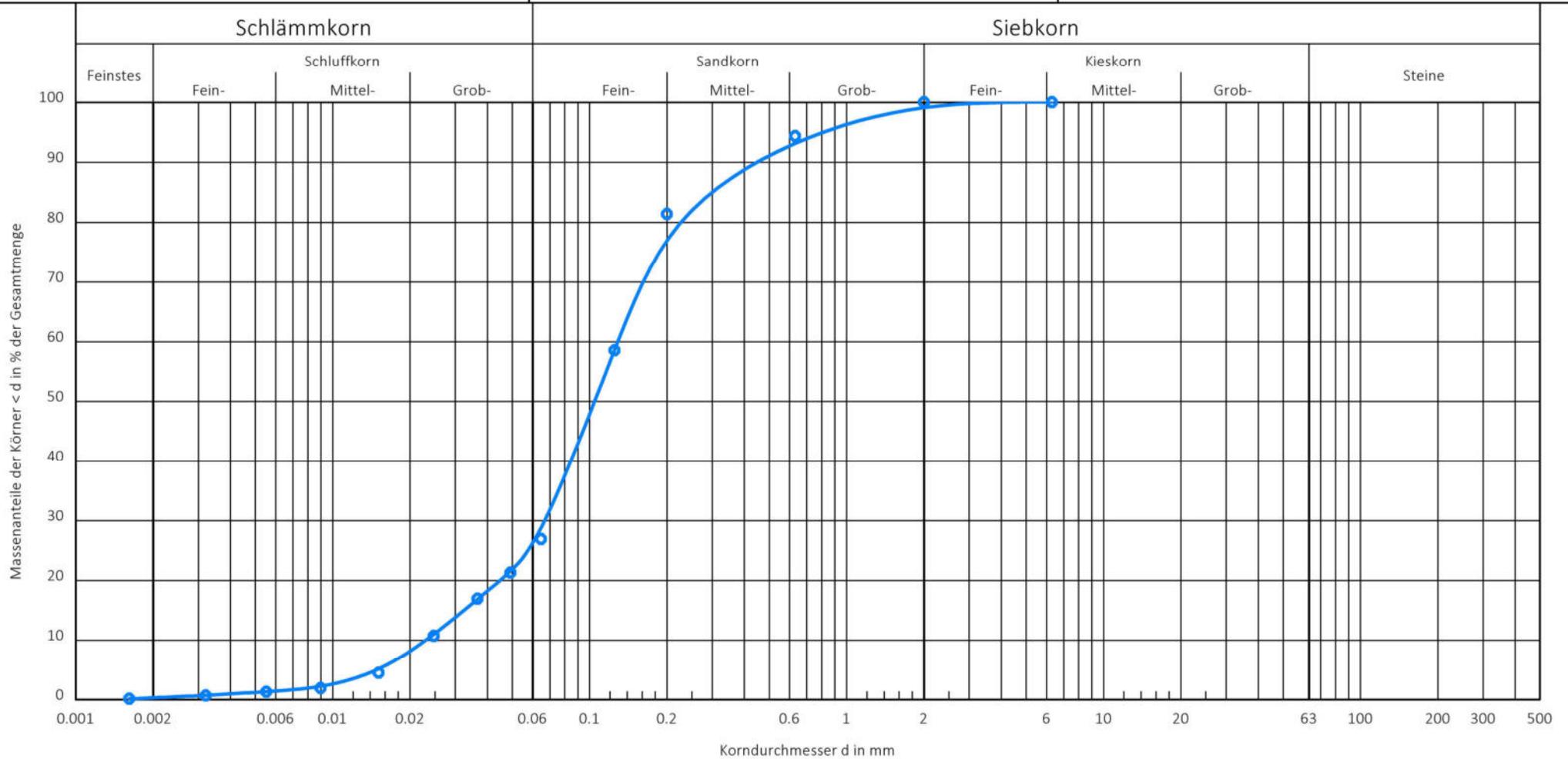
Datum: 06.12.2020



Bezeichnung:	Feindsand
Bodenart:	fs, u, ms, gs ¹
Bodengruppe:	SU*
k [m/s] (Seiler):	5.7 · 10 ⁻⁶
Entnahmestelle:	
Cu/Cc	7.3/1.7
d10:	0.0187
d60:	0.1372
Frostsicherheit	F3

Bemerkungen:

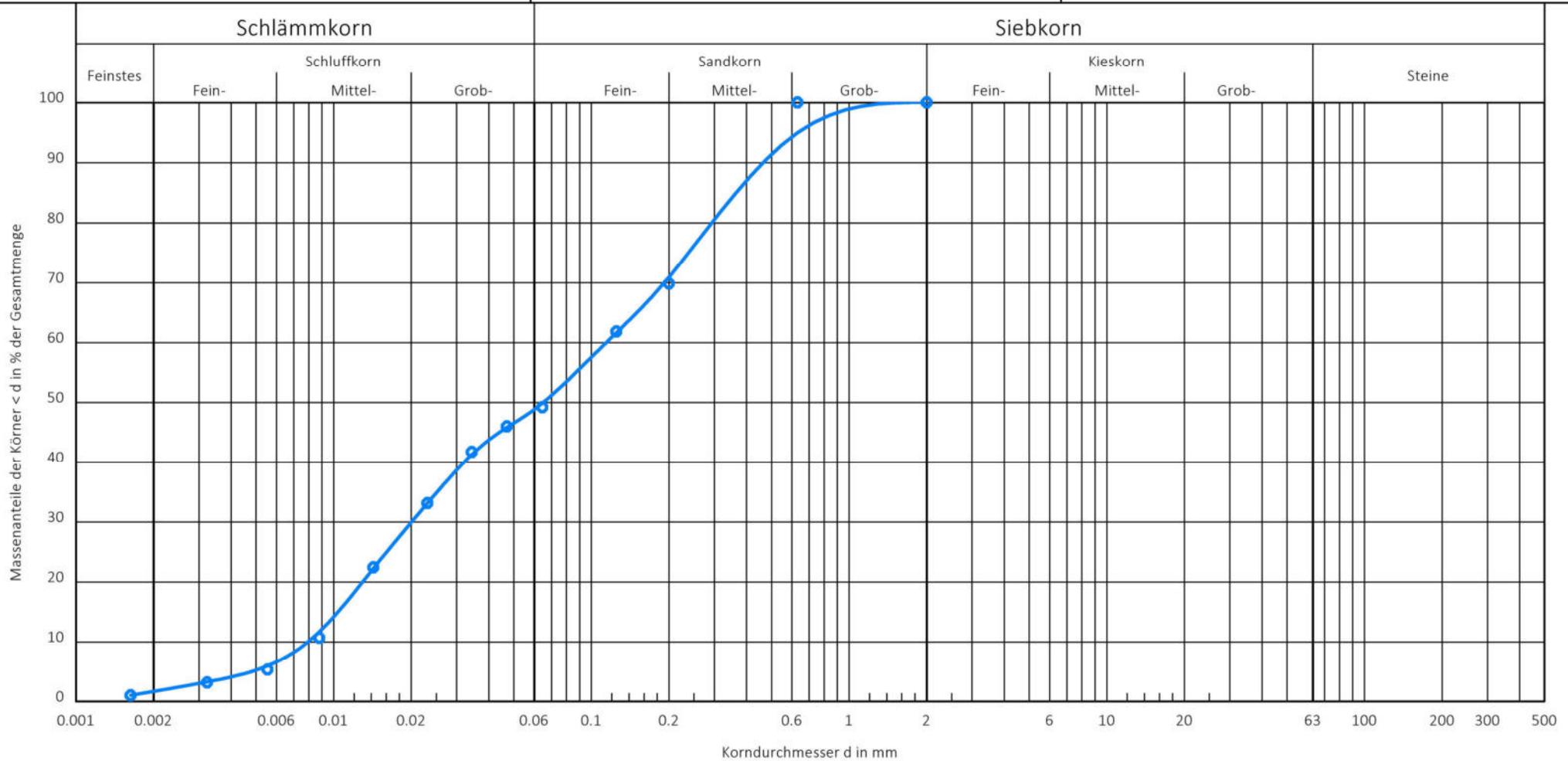
Bericht:
 GS 20 12 02
 Anlage:



Bezeichnung:	Feindsand
Bodenart:	fs, u, ms, gs ¹
Bodengruppe:	SU*
k [m/s] (Seiler):	1.1 · 10 ⁻⁵
Entnahmestelle:	
Cu/Cc:	5.6/1.5
d10:	0.0230
d60:	0.1287
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
 GS 20 12 02
 Anlage:



Bezeichnung:	Schluff
Bodenart:	U, fs, ms, gs ¹
Bodengruppe	
k [m/s] (Seiler):	4.5 · 10 ⁻⁷
Entnahmestelle:	
Cu/Cc	14.4/0.4
d10:	0.0079
d60:	0.1142
Frostsicherheit	-

Bemerkungen:

Bericht:
 GS 20 12 02
 Anlage:

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

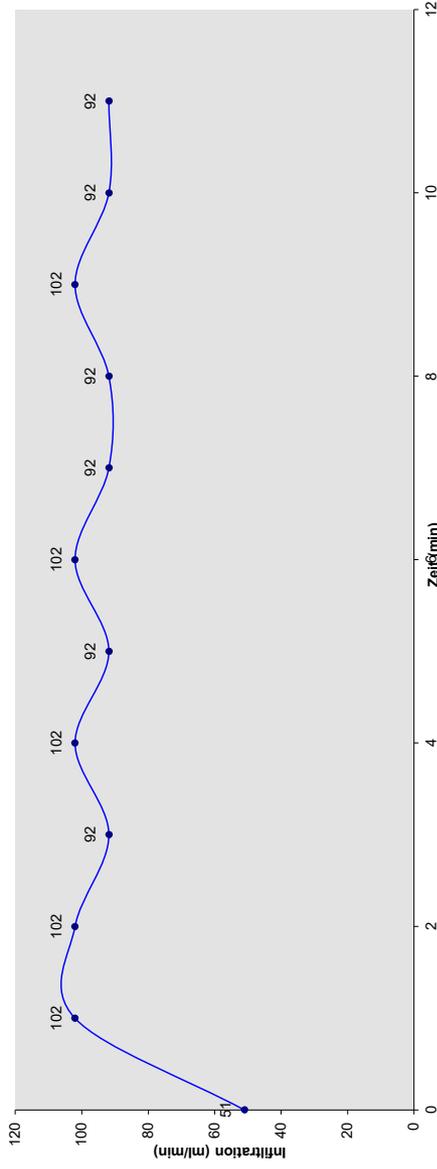
Projekt: Hochwasserschutz Mahlberg

Test: SV01

Datum: 04.12.2020

Bearbeiter: Jochen Schmidt

mm	min	Q/min
1	40	0
2	50	102
3	60	102
4	69	92
5	79	102
6	88	92
7	98	102
8	107	92
9	116	92
10	126	102
11	135	92
12	144	92



Durchmesser Bohrloch

8 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

50 cm

Wassertemperatur

8 °C

Tiefe Bohrloch (H)

100 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

300 cm

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,53 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

91,8 ml/min

Radius-Bohrloch "r"

4 cm

Wert "h₀"

50 cm

Wert "h" = H-h₀

50 cm

Wert "S" = GW-H

200 cm

Viskosität "v" 1,4 $\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei } 20^\circ\text{C} (=1,0)}$

[m²/s]

WAHR 2,97E-6

FALSCH 1,84E-6

$$k = Q \cdot f^* \cdot \frac{1}{2\pi \cdot h^2 \cdot \ln\left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1}\right]}$$

wenn $S \geq 2h$ dann WAHR
wenn $S < 2h$ dann FALSCH

$$k = Q \cdot f^* \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r}\right)}{\pi \cdot h^2 \cdot (3h + 2S)}$$

$K_{f(20)}$ -Wert: 3,0 * 10⁻⁶ m/s
0,26 m/Tag

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1986

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

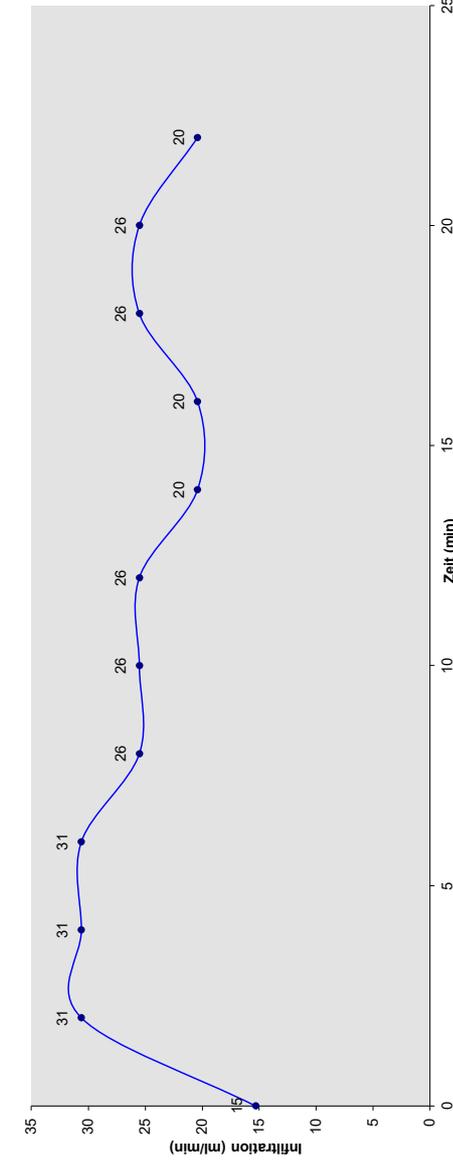
Projekt: Hochwasserschutz Mahlberg

Test: SV02

Datum: 04.12.2020

Bearbeiter: Jochen Schmidt

	mm	min	Q/min
1	40	0	0
2	46	2	31
3	52	4	31
4	58	6	31
5	63	8	26
6	68	10	26
7	73	12	26
8	77	14	20
9	81	16	20
10	86	18	26
11	91	20	26
12	95	22	20



Durchmesser Bohrloch

8 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

50 cm

Wassertemperatur

8 °C

Tiefe Bohrloch (H)

100 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

300 cm

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 0,34 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

20,4 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 50 cm

Wert "h" = H-h₀ 50 cm

Wert "S" = GW-H 200 cm

Viskosität "ν" 1,4 $\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = Q \cdot f \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + 1 + \left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1 \right]}{2\pi \cdot h^2} \quad \text{[m/s]} \quad \text{WAHR } 6,60E-7$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = Q \cdot f \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)} \quad \text{[m/s]} \quad \text{FALSCH } 4,09E-7$$

$k_{f(20)}$ -Wert: 6,6 * 10⁻⁷ m/s
0,06 m/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

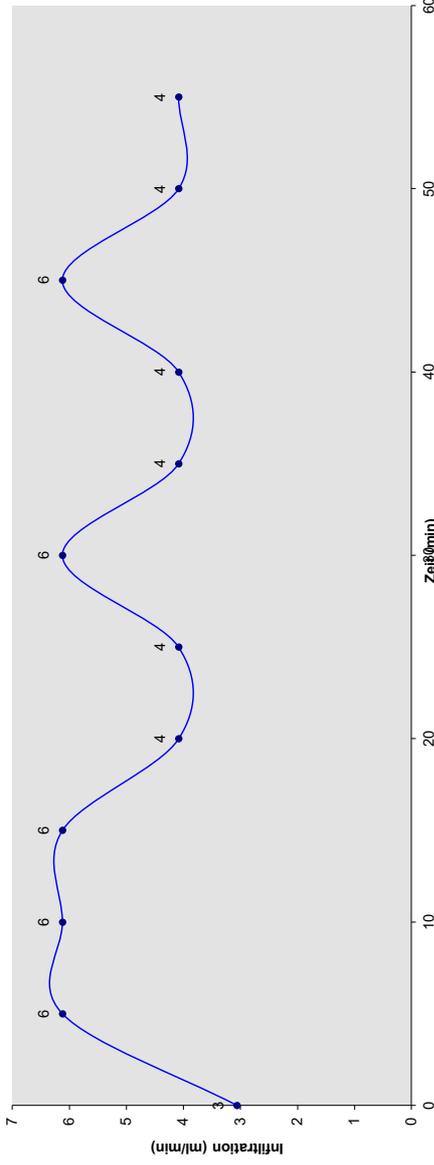
Projekt: Hochwasserschutz Mahlberg

Test: SV03

Datum: 04.12.2020

Bearbeiter: Jochen Schmidt

	mm	min	Q/min
1	40	0	0
2	43	5	6
3	46	10	6
4	49	15	6
5	51	20	4
6	53	25	4
7	56	30	6
8	58	35	4
9	60	40	4
10	63	45	6
11	65	50	4
12	67	55	4



Durchmesser Bohrloch

8 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

30 cm

Wassertemperatur

8 °C

Tiefe Bohrloch (H)

60 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

300 cm

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 0,07 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

4,1 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 30 cm

Wert "h" = H-h₀ 30 cm

Wert "S" = GW-H 240 cm

Viskosität "ν" 1,4 $\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = Q f^* \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right]}{2\pi * h^2} \quad [\text{m/s}] \quad \text{WAHR } 2,83\text{E-7}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = Q f^* \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)} \quad [\text{m/s}] \quad \text{FALSCH } 1,05\text{E-7}$$

$k_{f(20)}$ -Wert: 2,8 * 10⁻⁷ m/s
0,02 m/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

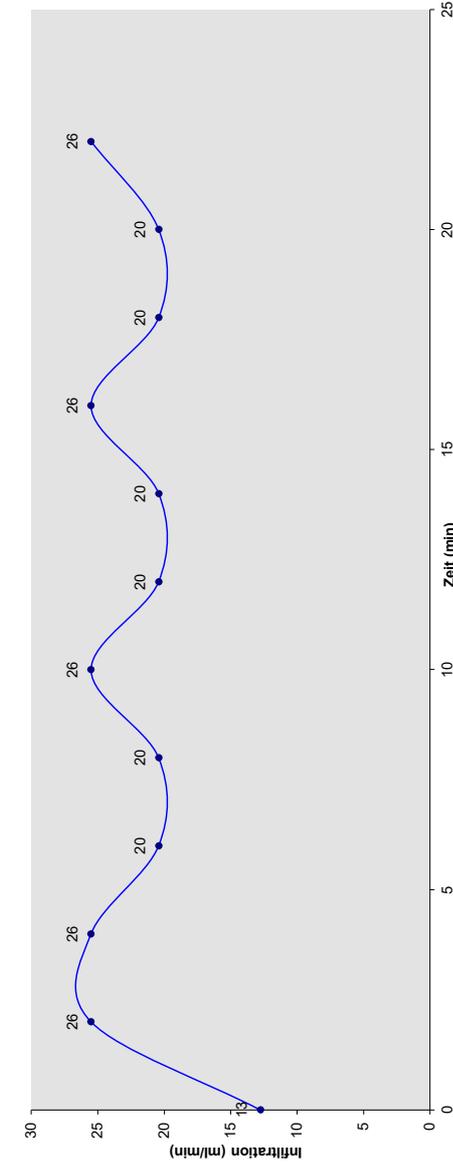
Projekt: Hochwasserschutz Mahlberg

Test: SV04

Datum: 04.12.2020

Bearbeiter: Jochen Schmidt

	mm	min	Q/min
1	40	0	0
2	45	2	26
3	50	4	26
4	54	6	20
5	58	8	20
6	63	10	26
7	67	12	20
8	71	14	20
9	76	16	26
10	80	18	20
11	84	20	20
12	89	22	26



Durchmesser Bohrloch

8 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

30 cm

Wassertemperatur

8 °C

Tiefe Bohrloch (H)

60 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

300 cm

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 0,43 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

25,5 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 30 cm

Wert "h" = H-h₀ 30 cm

Wert "S" = GW-H 240 cm

Viskosität "ν" 1,4 $\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = Q \cdot f^* \cdot \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + 1 + \left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1 \right]}{2\pi \cdot h^2} \quad [\text{m/s}] \quad \text{WAHR } 1,77\text{E-6}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = Q \cdot f^* \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h^2 \cdot (3h + 2S)} \quad [\text{m/s}] \quad \text{FALSCH } 6,56\text{E-7}$$

$k_{f(20)}$ -Wert:

1,8 * 10⁻⁶ m/s

0,15 m/Tag

Anhang 5: Nachweise Standsicherheiten

BV Hochwasserschutz "Im Grün" Standardsicherheitsnachweis Damm Nord

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.50	10.00	20.00	Damm
	22.50	15.00	19.00	Deckschicht
	27.50	5.00	19.50	Sand

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.70$
 $x_m = 15.62 \text{ m}$ $y_m = 167.98 \text{ m}$
 $R = 2.63 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100

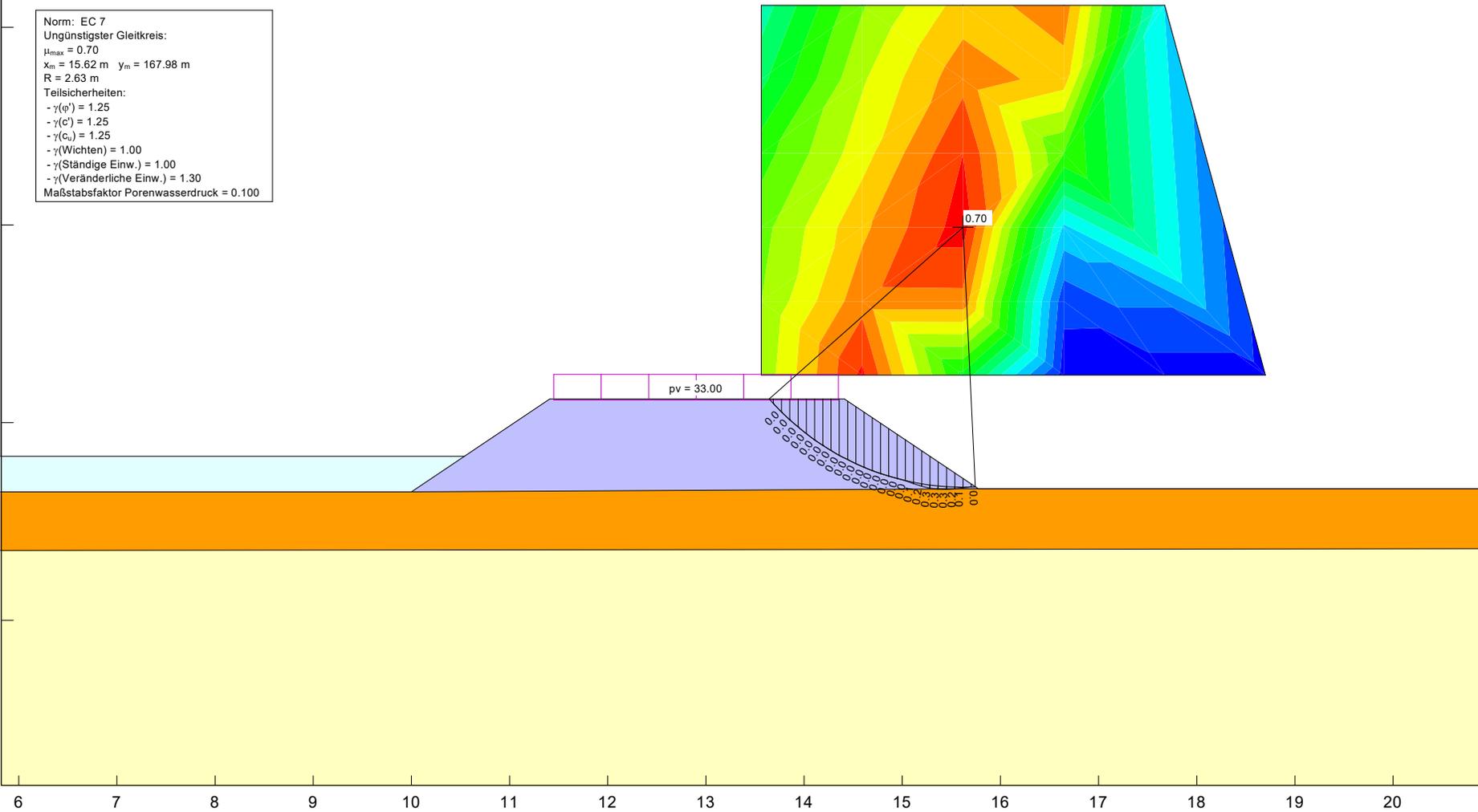
172

170

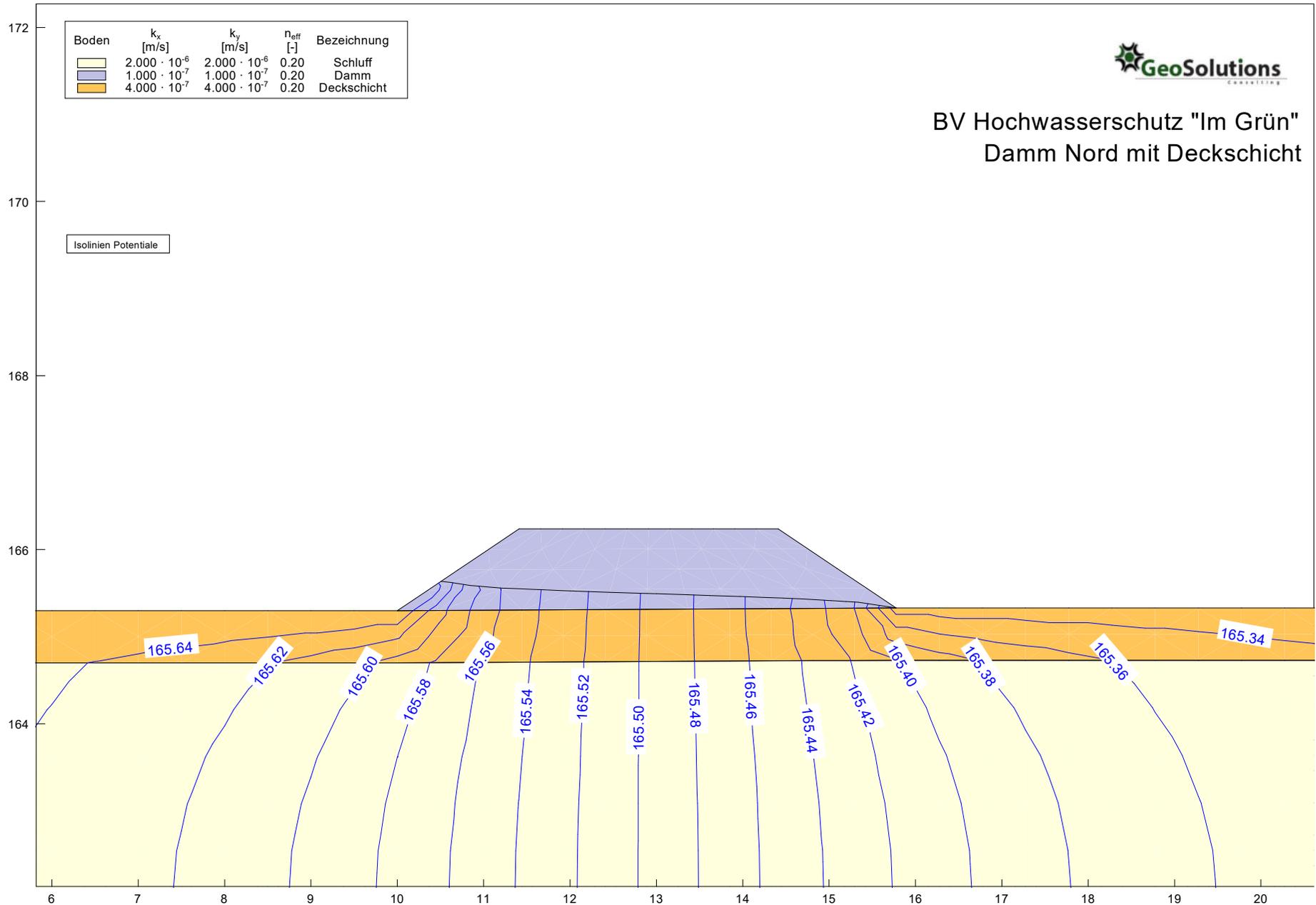
168

166

164



BV Hochwasserschutz "Im Grün" Damm Nord mit Deckschicht

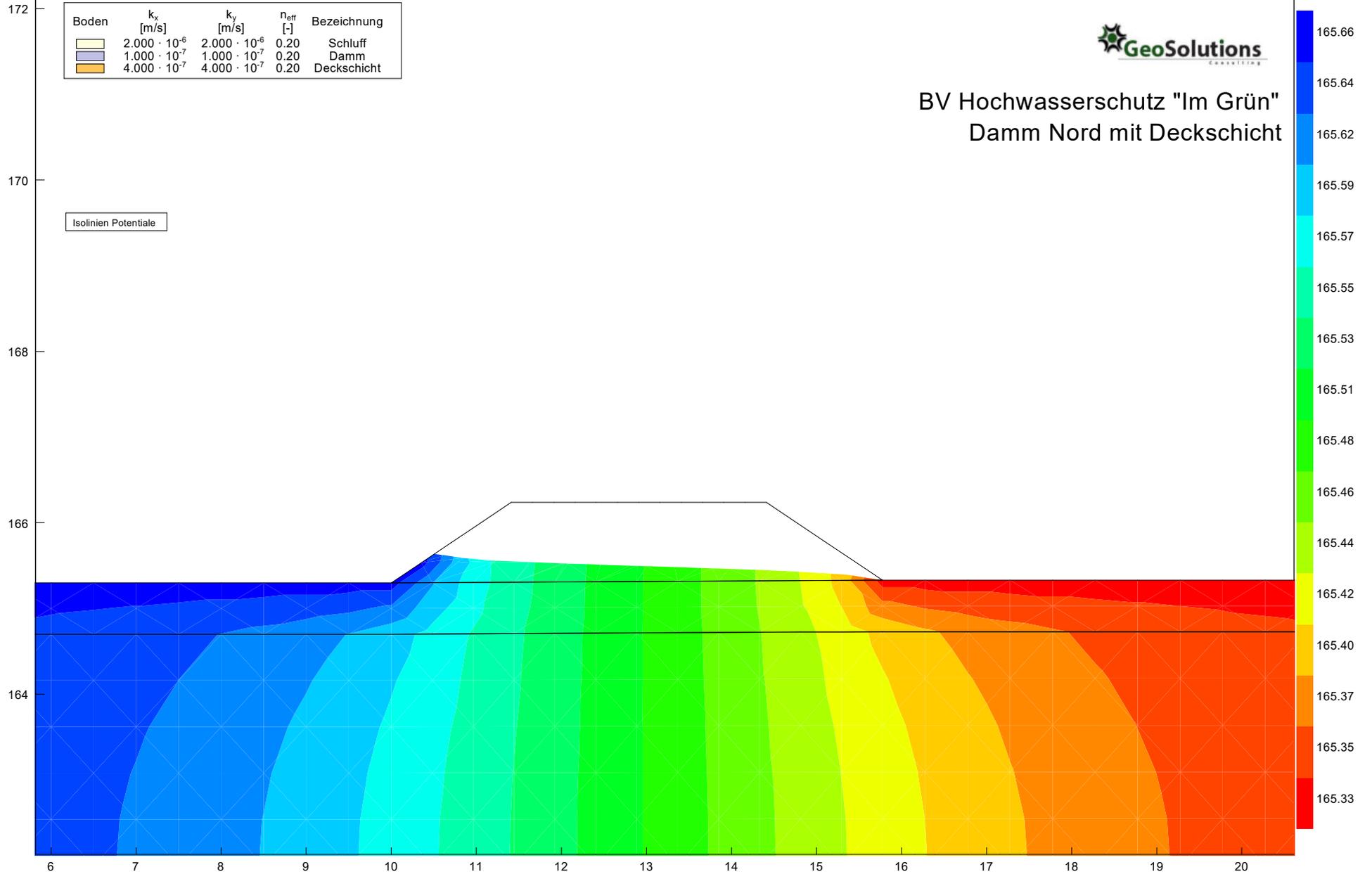




BV Hochwasserschutz "Im Grün" Damm Nord mit Deckschicht

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Schluff
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Damm
	$4.000 \cdot 10^{-7}$	$4.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Deckschicht

Isolinien Potentiale



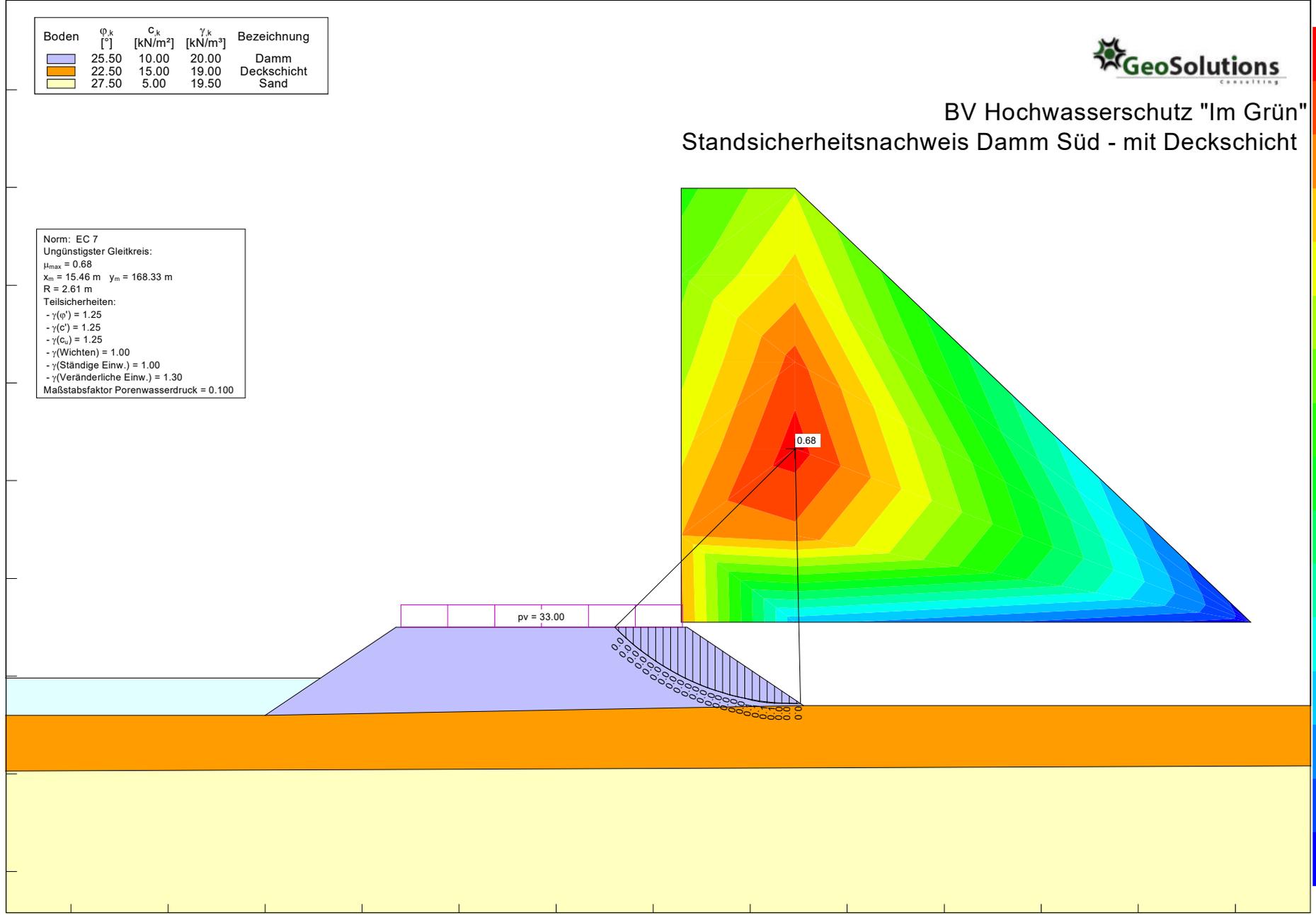
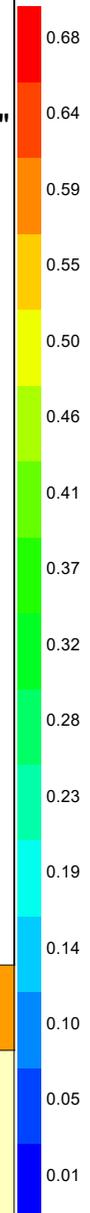
BV Hochwasserschutz "Im Grün" Standardsicherheitsnachweis Damm Süd - mit Deckschicht

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.50	10.00	20.00	Damm
	22.50	15.00	19.00	Deckschicht
	27.50	5.00	19.50	Sand

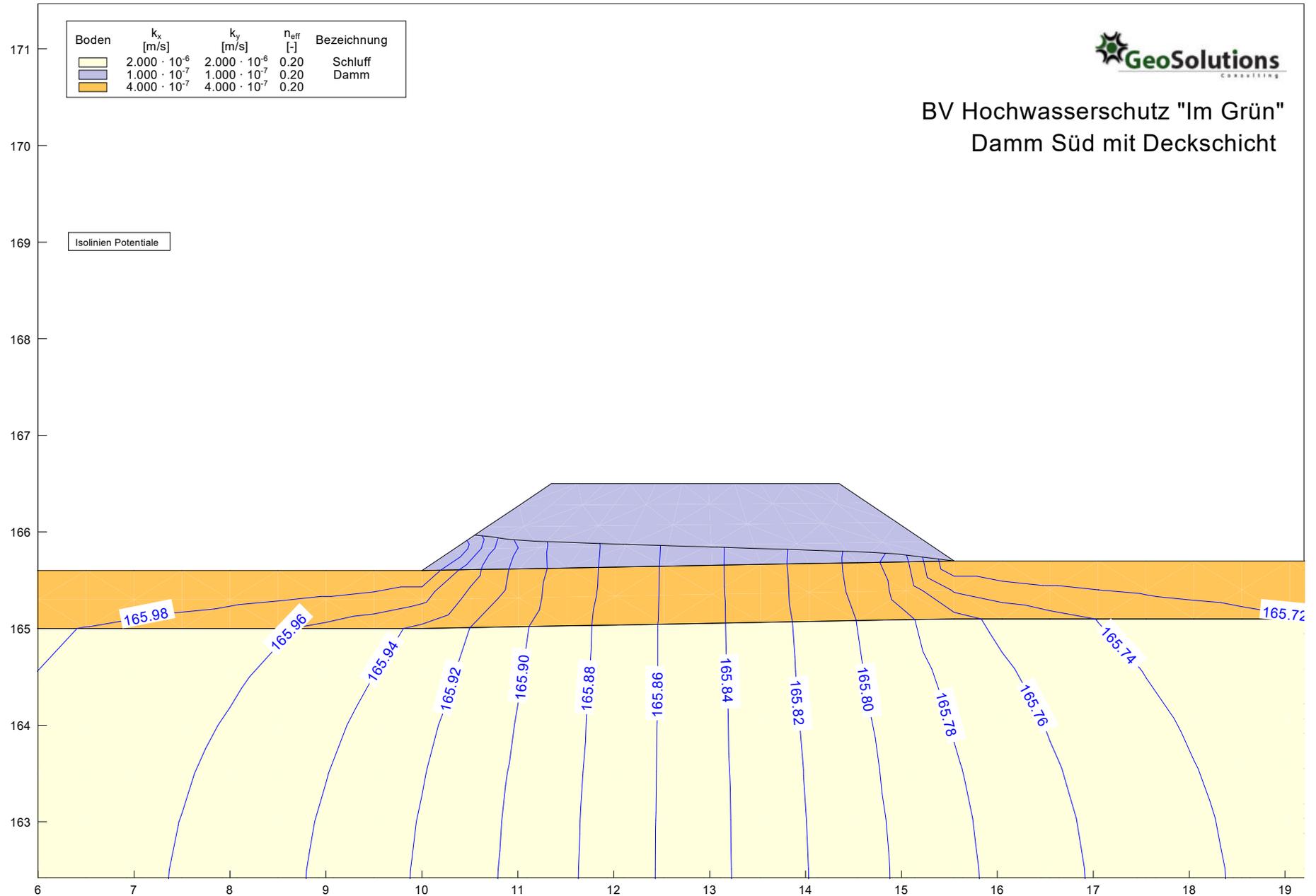
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.68$
 $x_m = 15.46 \text{ m}$ $y_m = 168.33 \text{ m}$
 $R = 2.61 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100

172
171
170
169
168
167
166
165
164

8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



BV Hochwasserschutz "Im Grün" Damm Süd mit Deckschicht

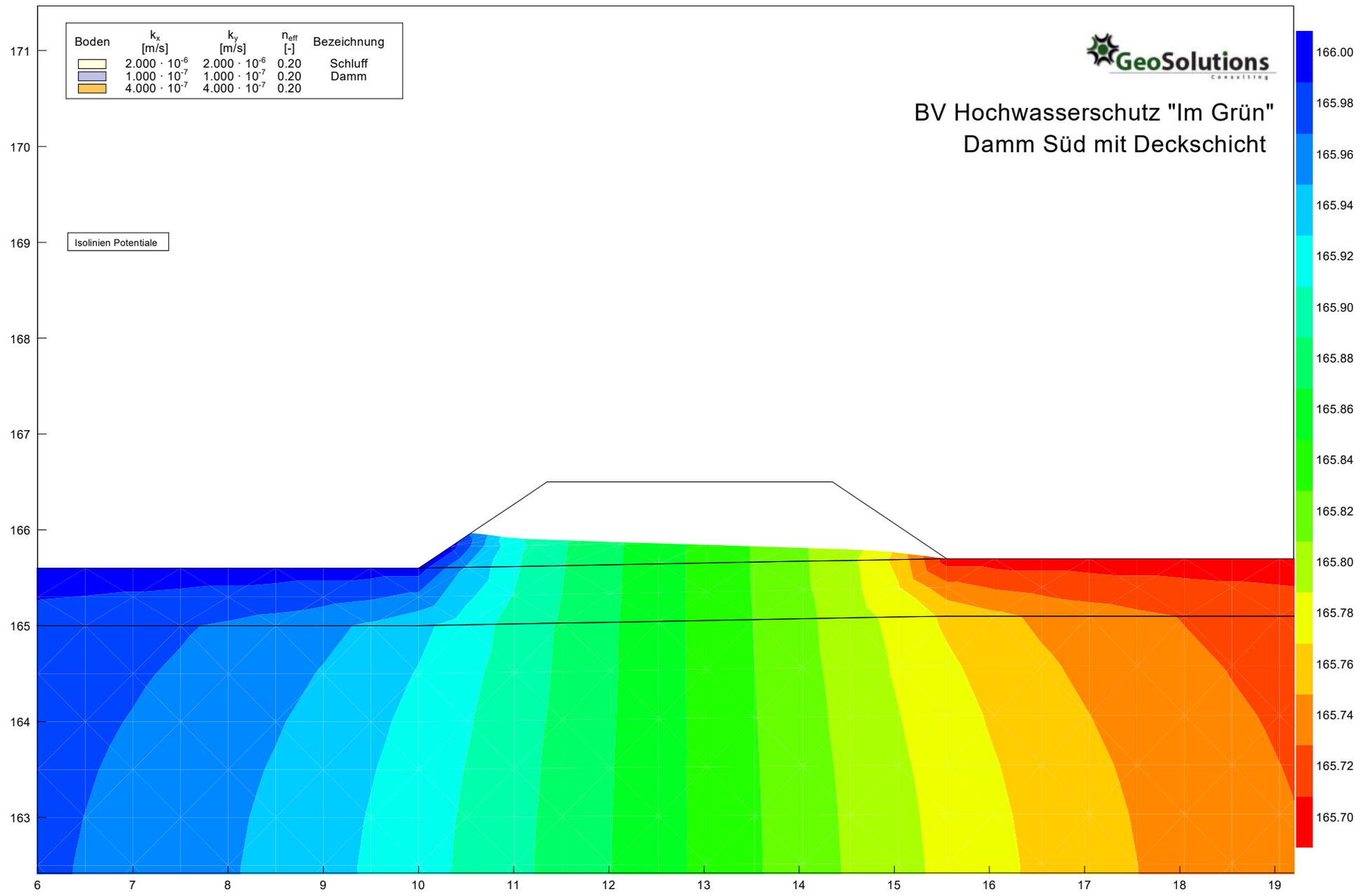




BV Hochwasserschutz "Im Grün" Damm Süd mit Deckschicht

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Schluff
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Damm
	$4.000 \cdot 10^{-7}$	$4.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	

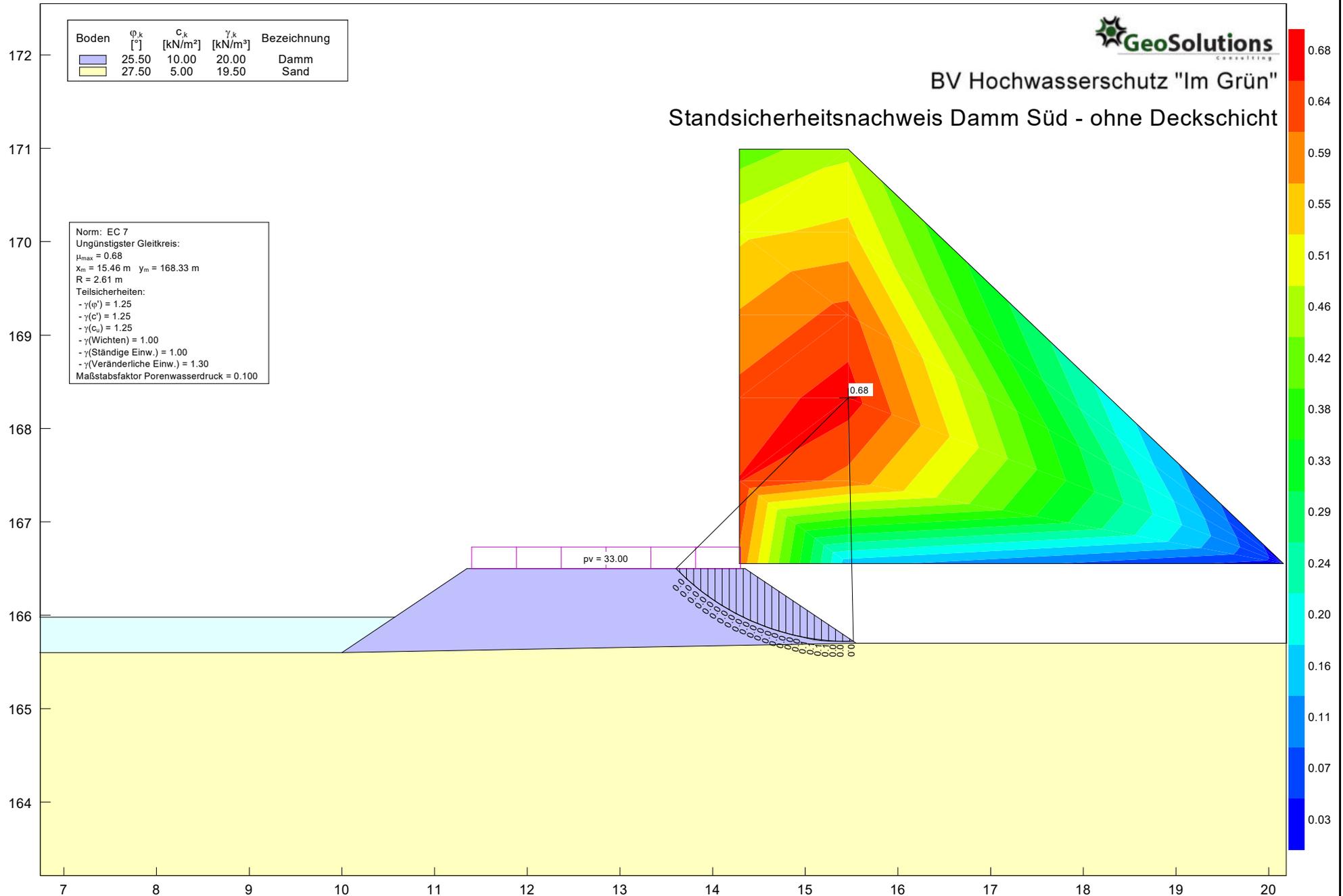
Isolinien Potentiale



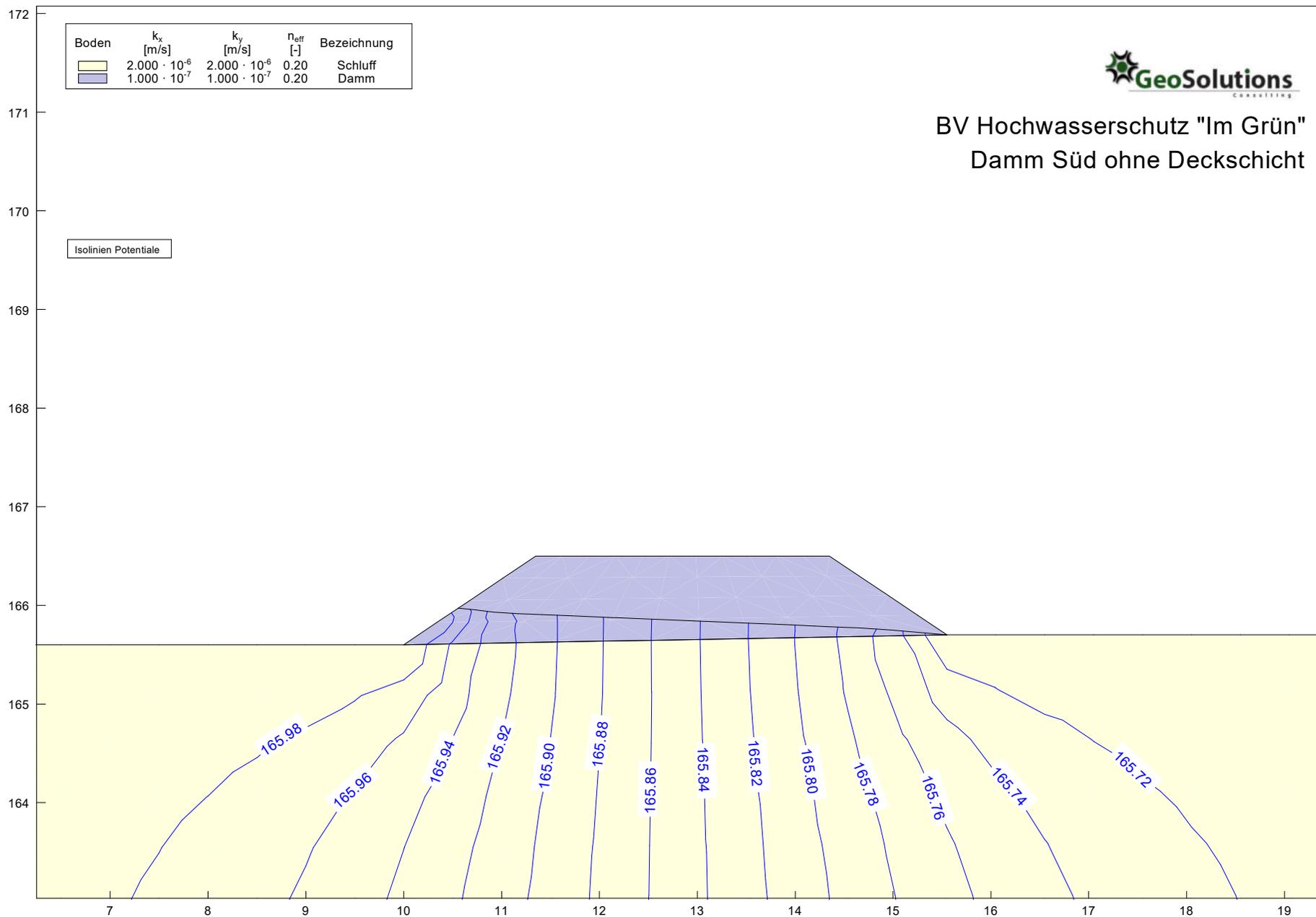
Stand sicherheitsnachweis Damm Süd - ohne Deckschicht

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.50	10.00	20.00	Damm
	27.50	5.00	19.50	Sand

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.68$
 $x_m = 15.46$ m $y_m = 168.33$ m
 $R = 2.61$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100



BV Hochwasserschutz "Im Grün"
Damm Süd ohne Deckschicht





BV Hochwasserschutz "Im Grün" Damm Süd ohne Deckschicht

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Schluff
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Damm

Isolinien Potentiale

