

Kieswerk Bücken WIKA Sand und Kies GmbH & Co KG

Standsicherheitsuntersuchungen der Abbauböschungen im Falle stehenbleibender Wegedämme

Ergebnisbericht



Dipl.-Geologe BDG **Jochen Holst**

Hinter der Loge 18
27711 Osterholz-Scharmbeck

Fon (04791) 89 85 26
Mobil (0160) 99 03 2001
Fax (04791) 89 85 27
E-Mail holst@geotechnik-holst.de



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und ausgeführte Berechnungen.....	1
2	Berechnungsgrundlagen	2
2.1	Geometrische und hydraulische Grunddaten.....	2
2.2	Bodenmechanische Kennwerte.....	2
3	Ergebnisse der Berechnungen.....	3
4	Zusammenfassung.....	5

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten.....	3
Tabelle 2:	Ergebnisse der berechneten Varianten.....	4

Verzeichnis der Anlagen

- [1] Standsicherheitsberechnungen Variante 1 A bis 1 E
- [2] Standsicherheitsberechnungen Variante 2 A bis 2 E
- [3] Standsicherheitsberechnungen Variante 3 A bis 3 E
- [4] Bohrprofile B 01/14, B 02/14 und B 03/14 (Aufnahme: HeidelbergCement)
mit Lageplan

Impressum

Auftraggeber:	IDN Ingenieur-Dienst Nord Industriestraße 32 28876 Oyten
Auftragnehmer:	Dipl.-Geologe Jochen Holst Hinter der Loge 18 27711 Osterholz-Scharmbeck
Bearbeitungszeitraum:	März-Mai 2019
Datum:	13.05.2019
Projektnummer:	2650



1 Aufgabenstellung und ausgeführte Berechnungen

Die Fa. WIKA Sand und Kies GmbH & Co KG plant ein neues Kieswerk bei Bücken im Landkreis Nienburg (Weser).

Da für die mittig in der Abbaufäche liegenden Wegeparzellen noch keine Einigung über den Ankauf bzw. deren Verlegung vorliegt, muss der Sonderfall stehen bleibender Wededämme untersucht werden.

Für die entstehenden Abbauböschungen der Wededämme sind Standsicherheitsnachweise zu erbringen.

Von besonderem Interesse ist die Situation für drei Fälle:

- einer Belastung des Wededammes mit einer Verkehrslast¹ und
- eines schnell einsetzenden Niedrigwassers (da sich die Wassersättigung im Wededamm im Randbereich langsamer verringert als im Abbau)
- Extremwasserstände (Hoch- und Niedrigwasser in benachbarten Abbaufächen)

Zugleich sollen zur Optimierung der Abbaumengen die Abbau-Böschungen so gewählt werden, dass einerseits eine rechnerische Standsicherheit der Böschung besteht und andererseits der Abbau des anstehenden Rohstoffes so groß wie möglich ist.

Da beidseitig eines solchen Wededammes Abbaufächen mit identischen Tiefenlagen vorliegen, können sich die Berechnungen auf Grundlage der vorhandenen Bohrungen auf folgende Varianten beschränken:

- (a) Variante 1: Bodenprofil wie Bohrung B 01/14
 - Untervariante A: Abbauböschung 1 : 3 (Normalwasserstand)
 - Untervariante B: Abbauböschung 1 : 2,5 (Normalwasserstand)
 - Untervariante C: Abbauböschung 1 : 2 (Normalwasserstand)
 - Untervariante D: Abbauböschung 1 : 2, (Verkehrslast auf Wededamm, plötzlich einsetzendes Niedrigwasser im Abbau)
 - Untervariante E: wie D, zusätzlich extremes Hochwasser im gegenüber liegenden Abbau
- (b) Variante 2: Bodenprofil wie Bohrung B 02/14
 - Untervariante A: Abbauböschung 1 : 3 (Normalwasserstand)
 - Untervariante B: Abbauböschung 1 : 2,5 (Normalwasserstand)
 - Untervariante C: Abbauböschung 1 : 2 (Normalwasserstand)
 - Untervariante D: Abbauböschung 1 : 2, (Verkehrslast auf Wededamm, plötzlich einsetzendes Niedrigwasser im Abbau)
 - Untervariante E: wie D, zusätzlich extremes Hochwasser im gegenüber liegenden Abbau
- (c) Variante 3: Bodenprofil wie Bohrung B 03/14
 - Untervariante A: Abbauböschung 1 : 3 (Normalwasserstand)
 - Untervariante B: Abbauböschung 1 : 2,5 (Normalwasserstand)
 - Untervariante C: Abbauböschung 1 : 2 (Normalwasserstand)

¹ Angenommen wird ein SLW30 mit Standardmaßen, daraus ergibt sich eine Ersatzflächenlast von 16,7 kN/m², aufgerundet 20 kN/m²

Untervariante D: Abbauböschung 1 : 2, (Verkehrslast auf Wegedamm, plötzlich einsetzendes Niedrigwasser im Abbau)

Untervariante E: wie D, zusätzlich extremes Hochwasser im gegenüber liegenden Abbau

Für jede der drei Varianten wurde im Bereich der o.g. Bohrungen ein geotechnisches Querprofil (rechtwinklig zum Wegedamm) auf Grundlage der bekannten Bodenabfolge (Anlage [4]) angelegt. Dieses bildet die geometrische Grundlage für die Fallbetrachtungen.

2 Berechnungsgrundlagen

Verwendete Unterlagen:

- Abbauplan Kieswerk Bücken, IDN, Oyten, Stand 31.01.2019
- Bohrprofile B 01/14, B 02/14 und B 03/14
- Lageplan der o.g. Bohrungen
- Baugrunderkundungen Kieswerk Bücken und Hafen-Dalben Fa. Contrast, Osterholz-Scharmbeck, 16.04.2018 bzw. 12.04.2018

2.1 Geometrische und hydraulische Grunddaten

Die Grundlagen der Berechnungen waren jeweils die Deckblattplanung (IDN 2019):

- Wegeparzelle 10 m Breite (angenommen)
- beidseitig Wegeparzelle Sicherheitsstreifen von 10 m bis OK Böschung
- Normalwasserstand im Abbaubereich bei +15,58 m NHN
- Sohle Abbausee bei ca. +8,65 m NHN
- Geländehöhe Wegedamm etwa 18,50 m NHN
- Böschungsneigungen Wegedamm beidseitig 1 : 3, 1 : 2,5 bzw. 1 : 2, je nach Untervariante
- Niedrigwasser (Pegel Hoya) etwa 14,69 m NHN
- Hochwasser (Pegel Hoya) etwa 19,29 m NHN (oberhalb Wegedamm!)

Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm GGU Stability (aktuelle Version 12) gemäß EC 7.

2.2 Bodenmechanische Kennwerte

Aus den Bohrungen (Anlage [4]) sowie den unter Punkt 2 genannten Unterlagen wurden die Schichtdaten und die Beschreibungen zur Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte entnommen. Diese wurden im Zweifelsfall auf der sicheren Seite gewählt.

Daraus ergibt sich die folgende Abfolge mit den entsprechenden Bodenkennwerten:



Bodenart und Tiefe	Wichte γ [kN/m³]	Reibungswinkel cal φ' [°]	Kohäsion (cal c' [kN/m²])
Oberboden	17	25	0,2
(Deck-)Sand	18,5	32,5	---
Lehm (Ton und Schluff)	19,5	27,5	10
Sand	19	32,5	---
Sand, kiesig und Kies	19	36,5	---
Sand	19	35	---

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten

3 Ergebnisse der Berechnungen

Das Berechnungsverfahren nach EC 7 arbeitet nach der Methode von Bishop² mit Kreisgleitflächen und Teilsicherheiten.

Das Berechnungsverfahren kann an dieser Stelle nicht detailliert behandelt werden, für die Bewertung der Ergebnisse reicht es aus, den Begriff des Ausnutzungsgrades μ (μ_{ue}) zu erläutern.

Die Berechnungsergebnisse werden in Ausnutzungsgraden μ (μ_{ue}) der geforderten Sicherheit η (η_{ta}) angegeben. Werte unter 1,00 (entsprechend 100 % Ausnutzung der geforderten Sicherheit) zeigen somit eine standsichere Böschung an, wobei geringere Werte eine höhere Standsicherheit angeben.

Die farbige Isoliniendarstellung oberhalb der Böschung zeigt die Verteilung der Ausnutzungsgrade an.

Die folgende Tabelle zeigt in einer Übersicht die Ergebnisse der Berechnungen:

Variante	Böschungsneigung	Ausnutzungsgrad μ	Stand-sicherheit	Bemerkungen
1 A	1 : 3	0,7	+	Normalwasserstand
2 A	1 : 3	0,68	+	
3 A	1 : 3	0,69	+	
1 B	1 : 2,5	0,82	+	Normalwasserstand
2 B	1 : 2,5	0,72	+	
3 B	1 : 2,5	0,77	+	

² Bishop Use of the slip circle in the stability analysis of slopes, Geotechnique, Band 5, 1955, S. 7

3 Ergebnisse der Berechnungen

Variante	Böschungs- neigung	Ausnutzungs- grad μ	Stand- sicherheit	Bemerkungen
1 C	1 : 2	0,99	(+)	Normalwasserstand
2 C	1 : 2	0,99	(+)	
3 C	1 : 2	0,88	+	
1 D	1 : 2	1,01	-	Verkehrslast auf Wegedamm + schnell ablaufendes Niedrigwasser
2 D	1 : 2	0,98	(+)	
3 D	1 : 2	0,93	+	
1 E	1 : 2	1,02	-	Verkehrslast auf Wegedamm + schnell ablaufendes Niedrigwasser + Hochwasser im Abbau gegenüber
2 E	1 : 2	0,98	(+)	
3 E	1 : 2	0,94	+	

Tabelle 2: Ergebnisse der berechneten Varianten

Für den **Abbauzustand** mit Böschungen 1 : 3 und 1 : 2,5 (Varianten A und B) sind die Böschungen mit maximalen Ausnutzungsgraden μ von 0,82 (82 % Ausnutzung der Standsicherheit) standsicher. Man erkennt deutlich den Anstieg der Ausnutzung mit steiler werdender Böschung.

Die **Böschungen 1 : 2 (Varianten C, D und E) sind dagegen bereits mit einem Normalwasserstand grenzwertig standsicher** (μ von 0,99), insbesondere, da nur wenige Bohrungen direkt am Weg liegen und verwendbar waren. Es zeigt sich auch der Einfluss des Kiesel: die Bohrung mit größerer Kiesabfolge (B 03/14) zeigt die größeren Standsicherheiten als die beiden Bohrungen mit überwiegender Sandabfolge (B 01/14 und B 02/14).

Für den oben skizzierten Grenzfall mit Verkehrslast auf dem Weg und gleichzeitigem schnell einsetzendem Niedrigwasser (Varianten 1 D bis 3 D) zeigt sich eine Variante als nicht **mehr standsicher**, die beiden anderen sind grenzwertig. Ein nahezu identischen Bild ergibt sich für den Fall von Extremwasserständen in benachbarten Abbaufächen (Varianten 1 E bis 3 E). Dies zeigt den relativ geringen Einfluss der Wasserstände im Vergleich mit den Böschungsneigungen.

In der Praxis ist es unrealistisch anzunehmen, dass bei schnell ablaufendem Wasser eine Wegsperrung durchgeführt, geschweige denn respektiert wird.

Daher wird aus Vorsorgegründen empfohlen, die Abbauböschungen auf 1 : 2,1 zu begrenzen. Damit sind ausreichend Reserven in der Standsicherheit vorhanden.

4 Zusammenfassung

Die Berechnungen zeigen, dass Abbauböschungen im Bereich eines Wegedammes mit Neigungen von 1 : 3 und 1 : 2,5 standsicher sind.

Neigungen von 1 : 2 sind unter Vorsorgegesichtspunkten als grenzwertig einzustufen, insbesondere in kumulativen Grenzfällen wie Verkehrsbelastung und gleichzeitigem schnell einsetzenden Niedrigwasser oder Extremwasserständen.

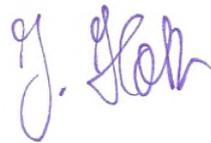
Durch eine geringfügige Veränderung in der Böschung auf 1 : 2,1 ist jedoch eine Standsicherheit herstellbar. Daher wird empfohlen, dies in die Planung zu übernehmen.

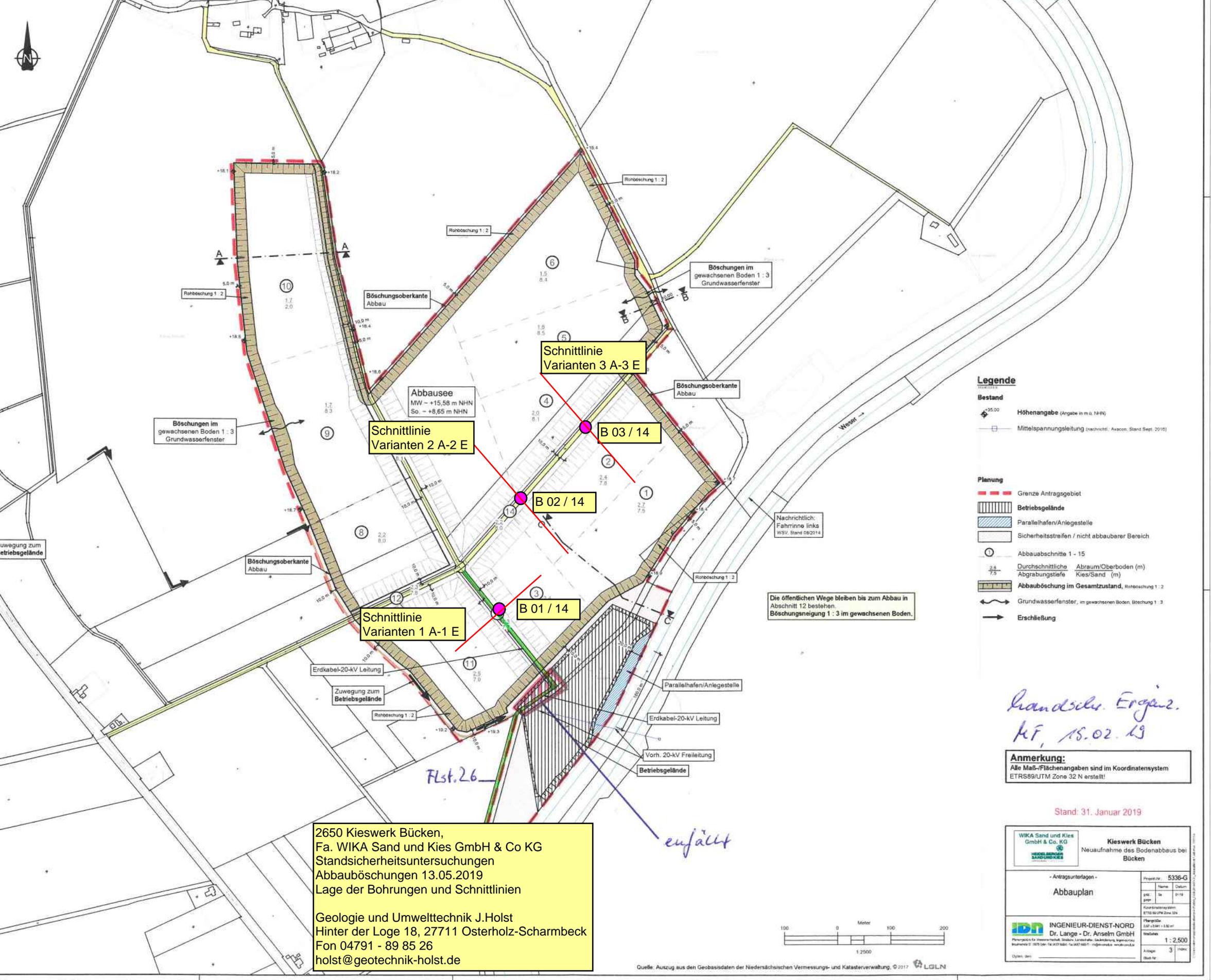
Dieser Bericht ist nur in seiner Gesamtheit mit allen Anlagen gültig.

Osterholz-Scharmbeck, den 13.05.2019

Geologie und Umwelttechnik

(Dipl.-Geologe J.Holst)





- Legende**
- Bestand**
- 35.00 Höhenangabe (Angabe in m.o. NHN)
 - Mittelspannungseitung (nachrichtl. Avacost, Stand Sept. 2015)
- Planung**
- Grenze Antragsgebiet
 - Betriebsgelände
 - Parallelhafen/Anlegestelle
 - Sicherheitsstreifen / nicht abbaubarer Bereich
 - Abbauberschnitte 1 - 15
 - Durchschnittliche Abraum/Oberboden (m) / Abgrabungstiefe Kies/Sand (m)
 - Abbauböschung im Gesamtzustand, Rohböschung 1:2
 - Grundwasserfenster, im gewachsenen Boden, Böschung 1:3
 - Erschließung

Die öffentlichen Wege bleiben bis zum Abbau in Abschnitt 12 bestehen.
Böschungseigung 1:3 im gewachsenen Boden.

Nachrichtlich:
Fahrrinne links
WSV, Stand 09/2014

*Handsch. Ergänz.
KF, 15.02.19*

Anmerkung:
Alle Maß-/Flächenangaben sind im Koordinatensystem ETRS89/UTM Zone 32 N erstellt!

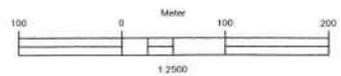
Stand: 31. Januar 2019

2650 Kieswerk Bücken,
Fa. WIKA Sand und Kies GmbH & Co KG
Standsicherheitsuntersuchungen
Abbauböschungen 13.05.2019
Lage der Bohrungen und Schnittlinien

Geologie und Umwelttechnik J.Holst
Hinter der Loge 18, 27711 Osterholz-Scharmbeck
Fon 04791 - 89 85 26
holst@geotechnik-holst.de

zufällig

Flst.26

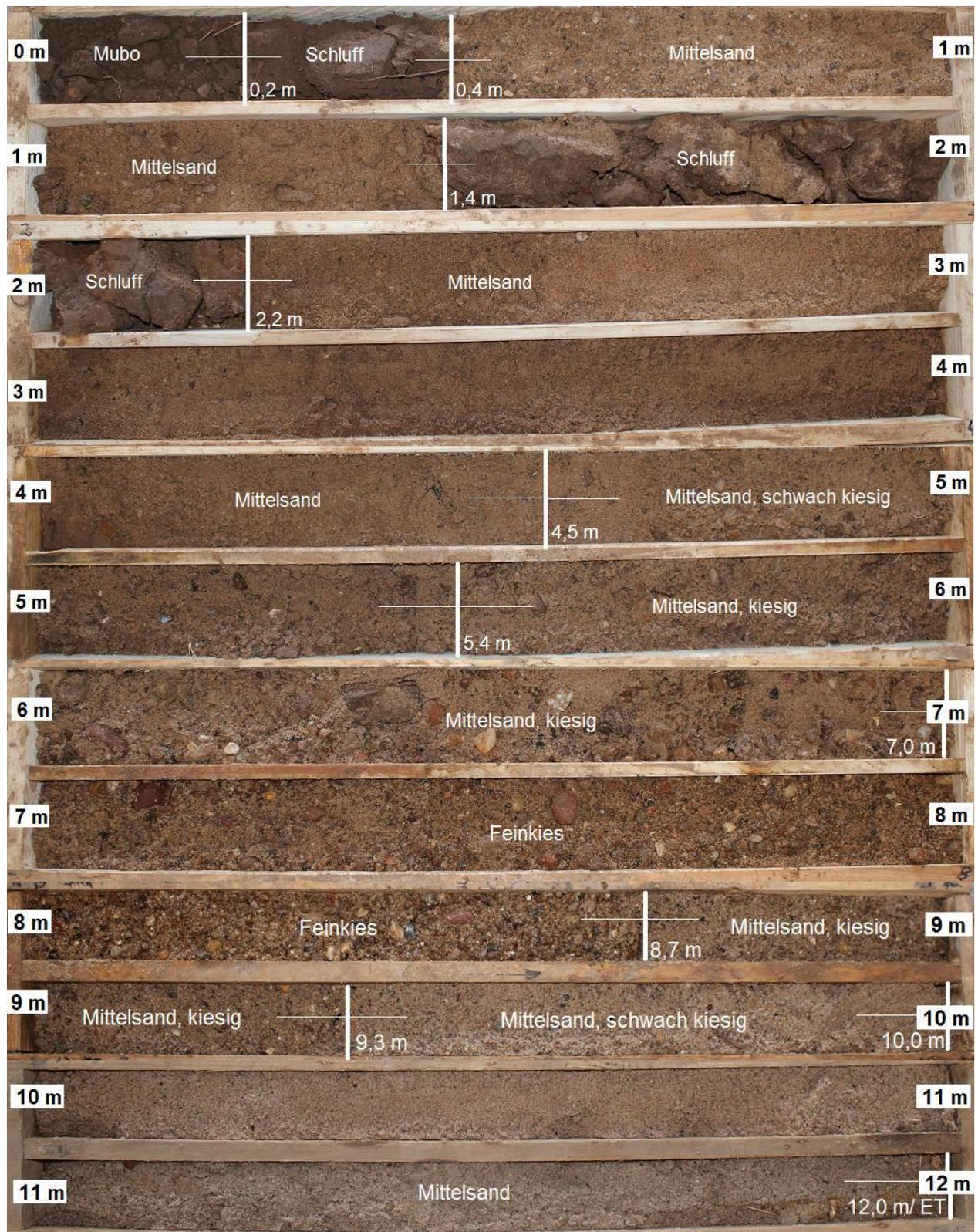


		Kieswerk Bücken Neuaufnahme des Bodenabbaus bei Bücken	
- Antragsunterlagen -			
Abbauplan		Projekt-Nr. 5336-G Name Datum gsk. sk 0118 ggp Koordinatensystem: ETRS89/UTM Zone 32N	Flächgröße: 3,67 x 0,841 = 3,087 qm Maßstab: 1:2.500 Blatt-Nr. 3
		INGENIEUR-DIENST-NORD Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH <small>Planungs- und Ingenieurbüro für Geotechnik, Baubauwesen, Baugewerke</small> <small>Postfach 11 1875 D-31075 Bückeburg, Fax 051 940 91 91, info@idn-nord.de</small>	

BÜCKEN – STENDERN/ Bohrung B 01/ 14



BÜCKEN – STENDERN/ Bohrung B 02/ 14

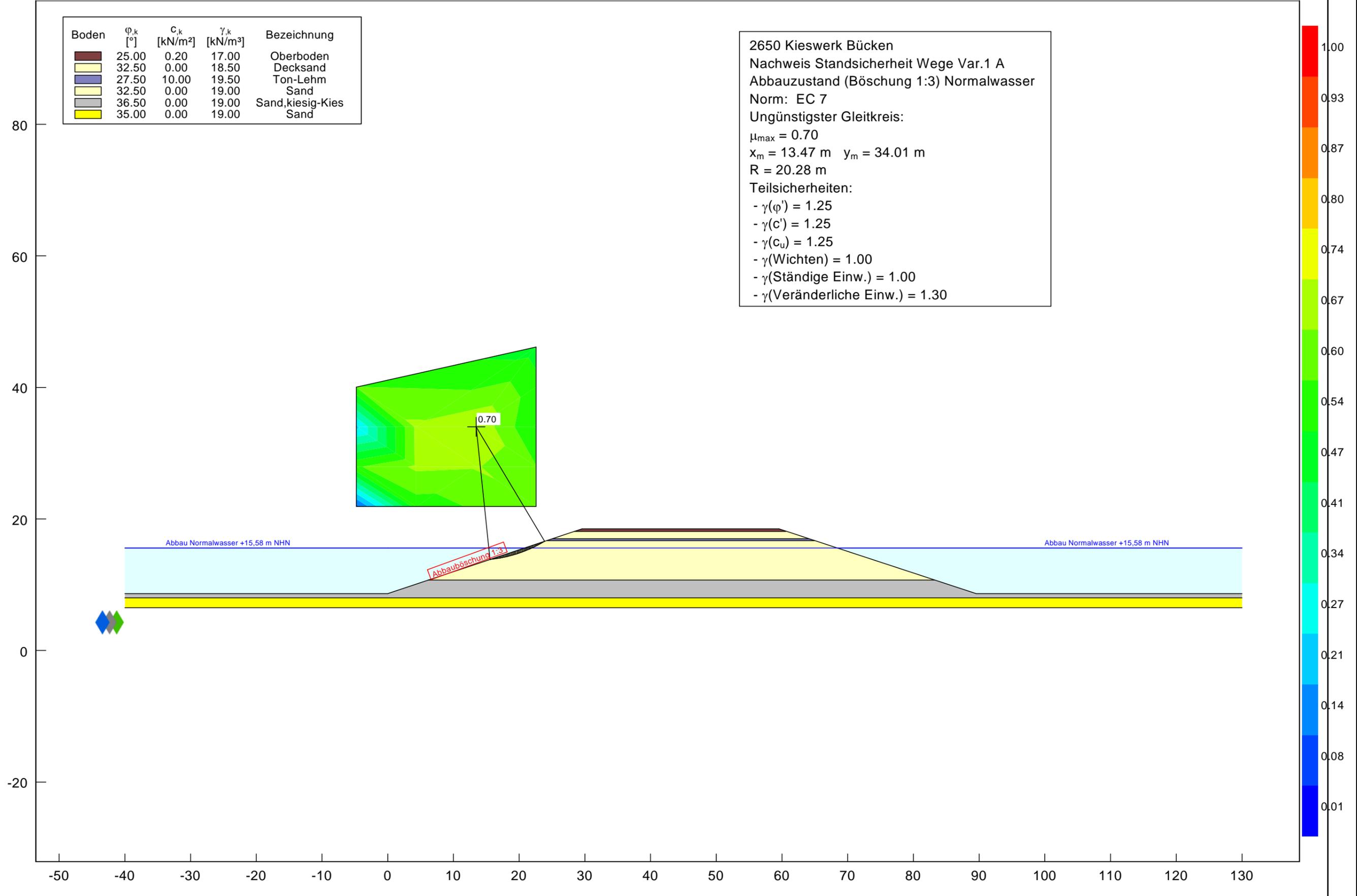


BÜCKEN – STENDERN/ Bohrung B 03/ 14



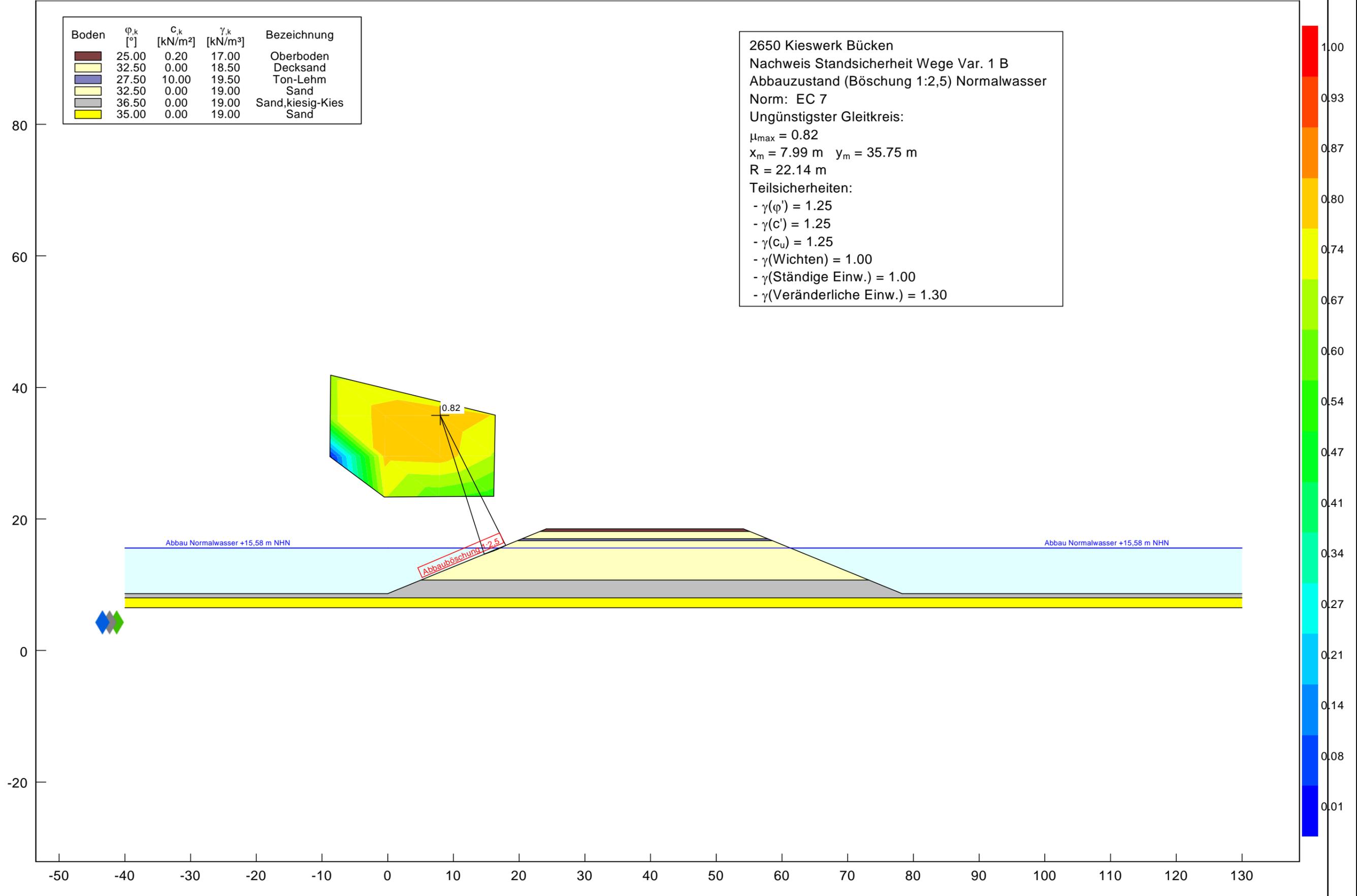
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var.1 A
 Abbauzustand (Böschung 1:3) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.70$
 $x_m = 13.47 \text{ m}$ $y_m = 34.01 \text{ m}$
 $R = 20.28 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



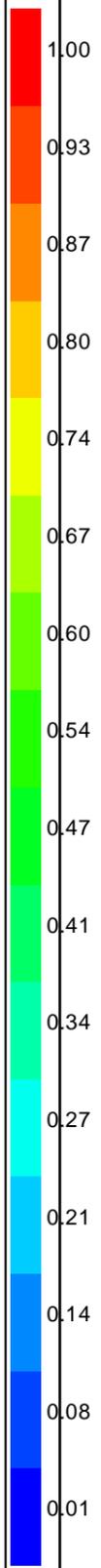
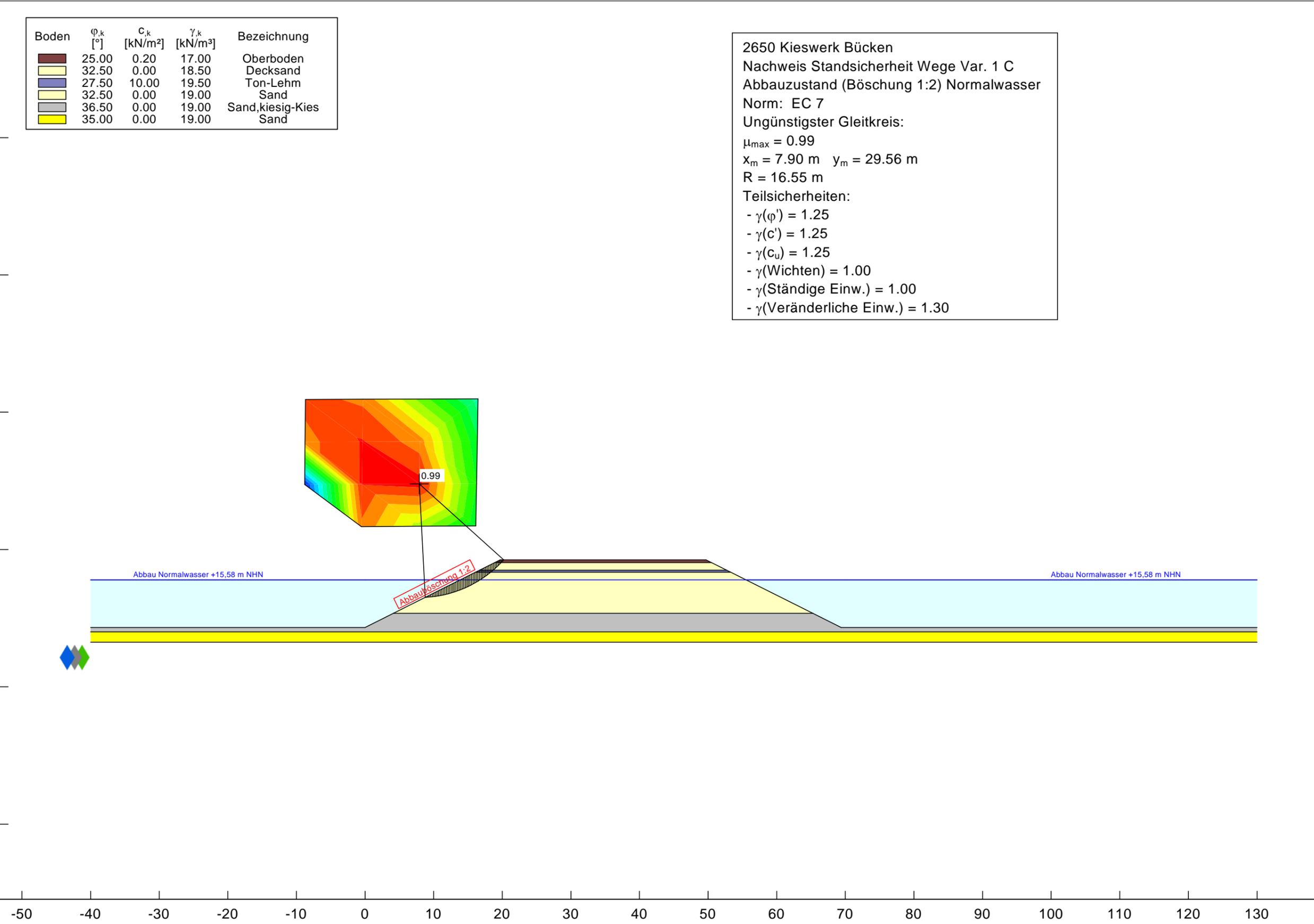
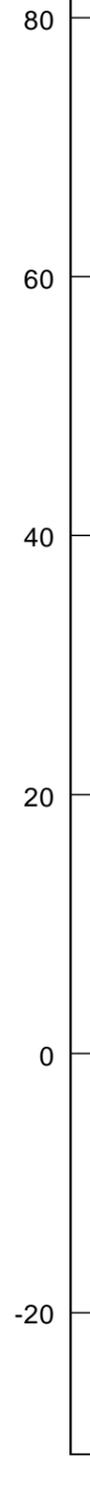
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 1 B
 Abbauzustand (Böschung 1:2,5) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.82$
 $x_m = 7.99 \text{ m}$ $y_m = 35.75 \text{ m}$
 $R = 22.14 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



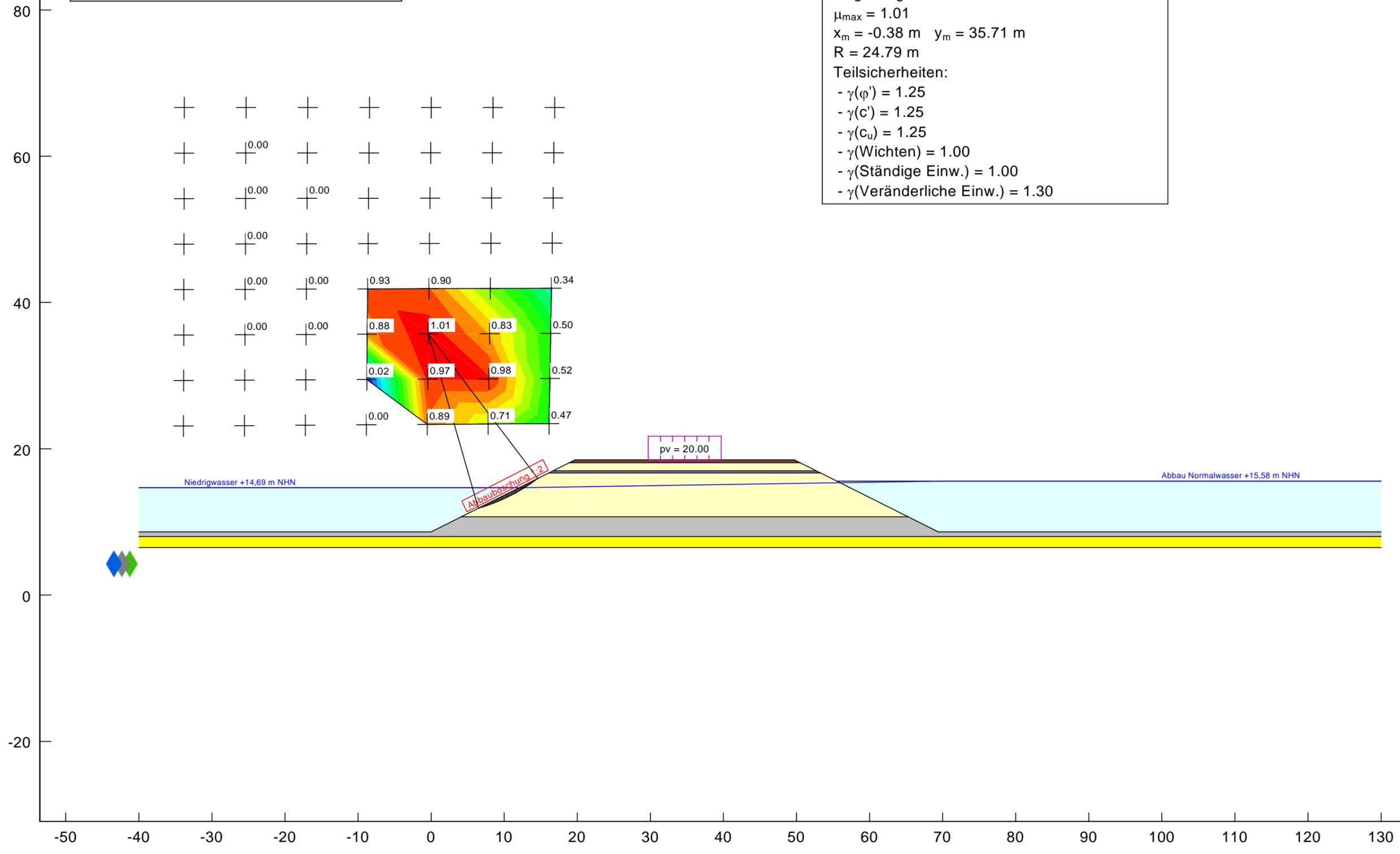
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 1 C
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.99$
 $x_m = 7.90 \text{ m}$ $y_m = 29.56 \text{ m}$
 $R = 16.55 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



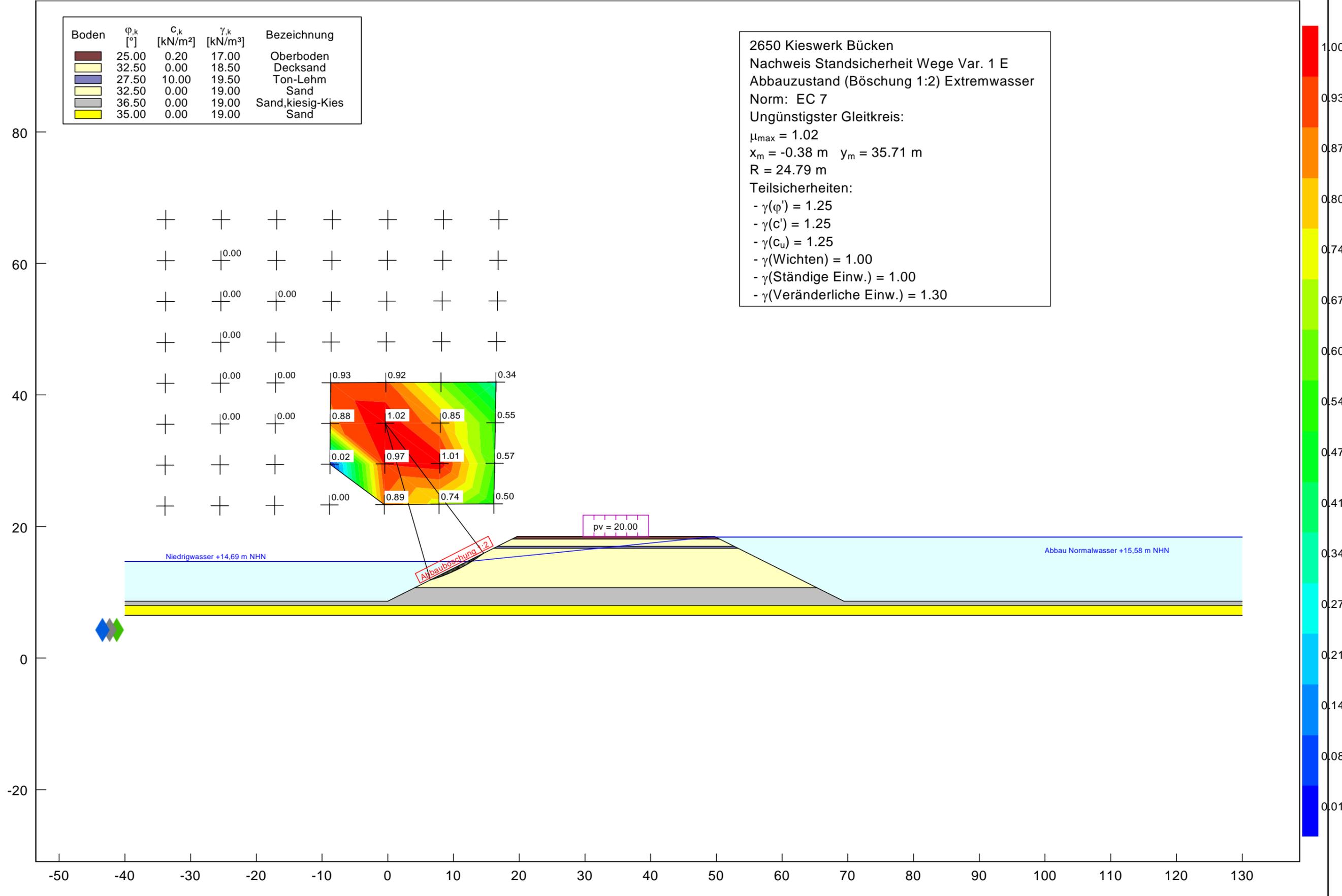
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 1 D
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Niedrigwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.01$
 $x_m = -0.38 \text{ m}$ $y_m = 35.71 \text{ m}$
 $R = 24.79 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



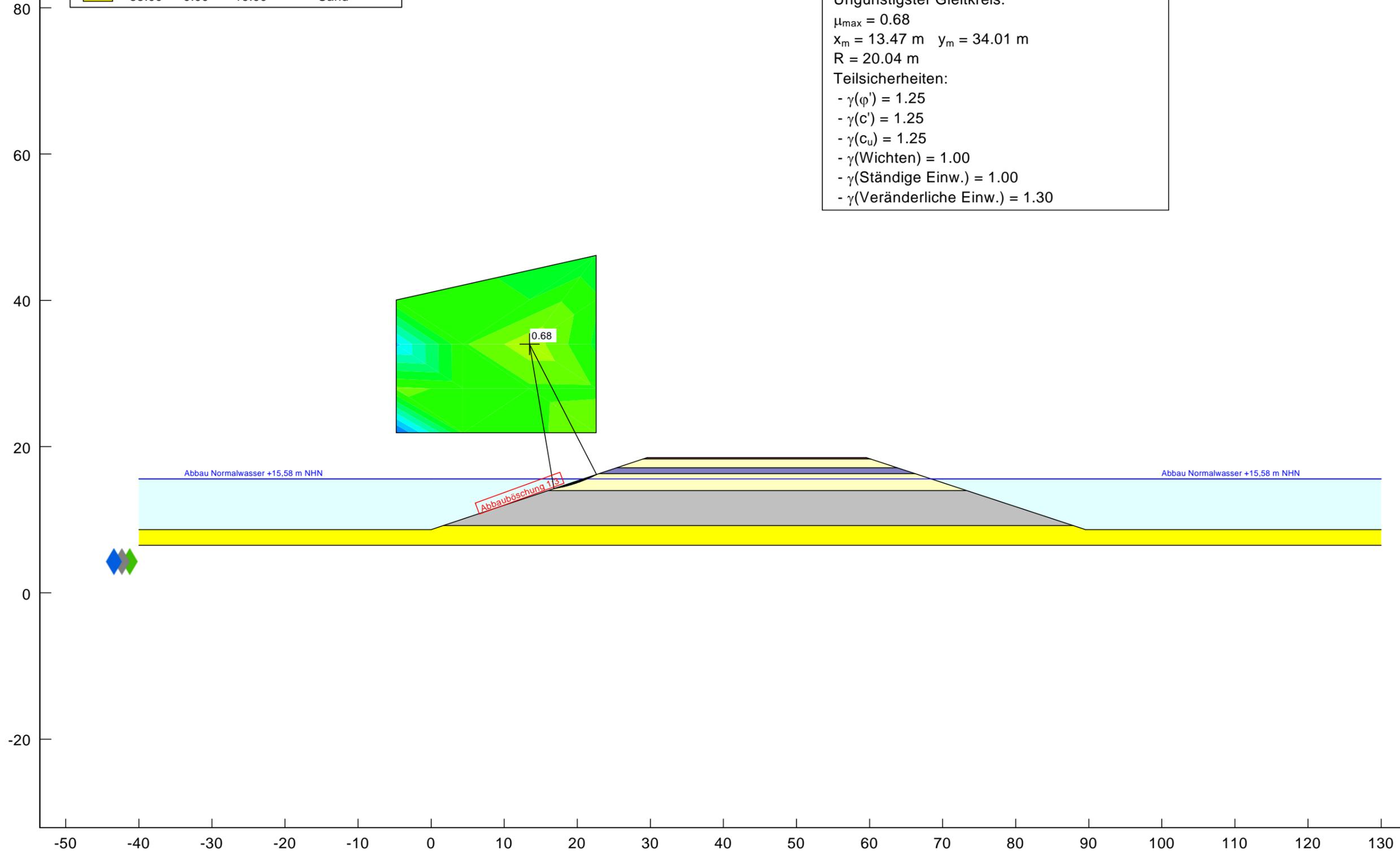
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 1 E
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Extremwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.02$
 $x_m = -0.38 \text{ m}$ $y_m = 35.71 \text{ m}$
 $R = 24.79 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



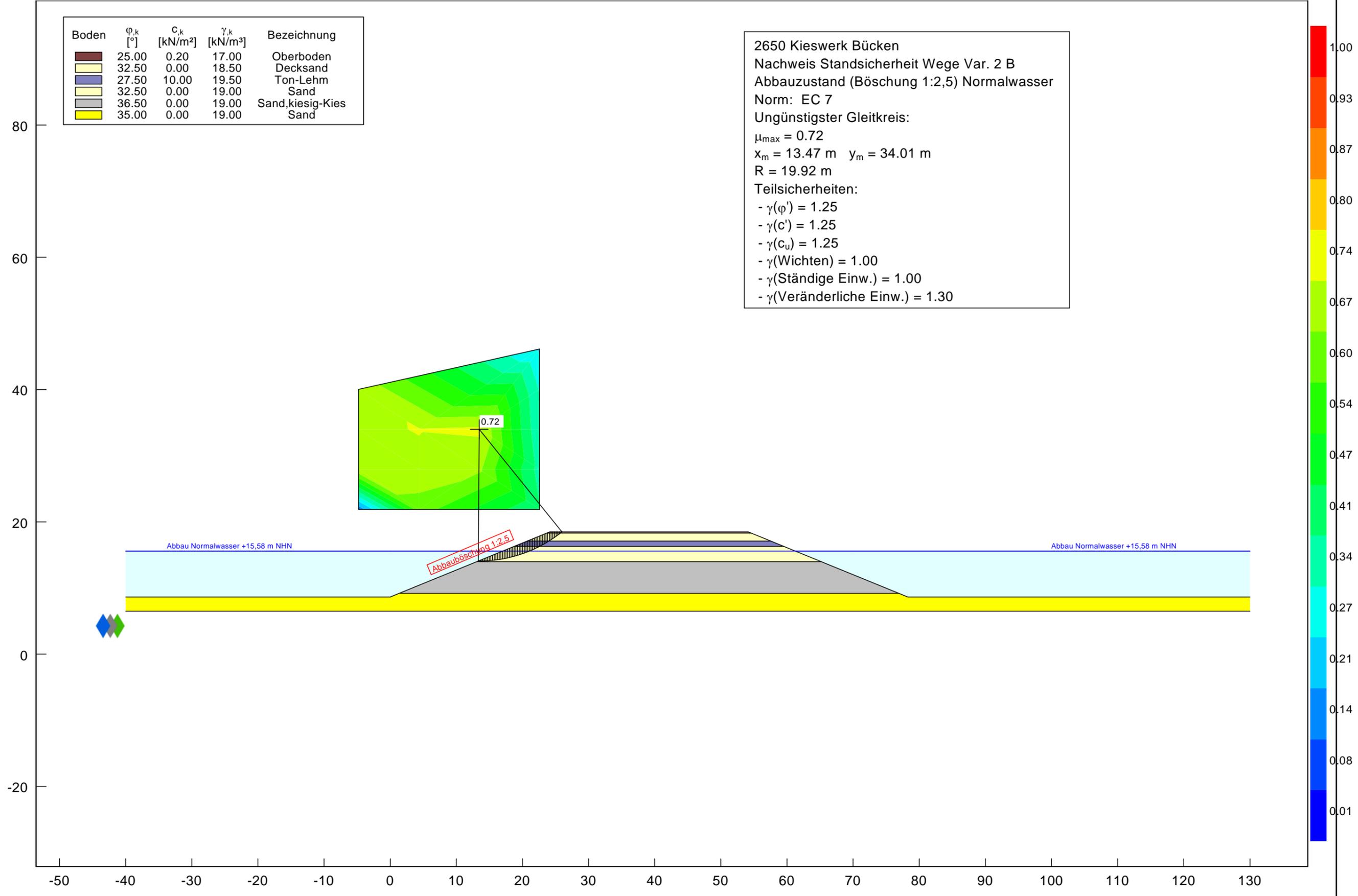
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 2 A
 Abbauzustand (Böschung 1:3) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.68$
 $x_m = 13.47 \text{ m}$ $y_m = 34.01 \text{ m}$
 $R = 20.04 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



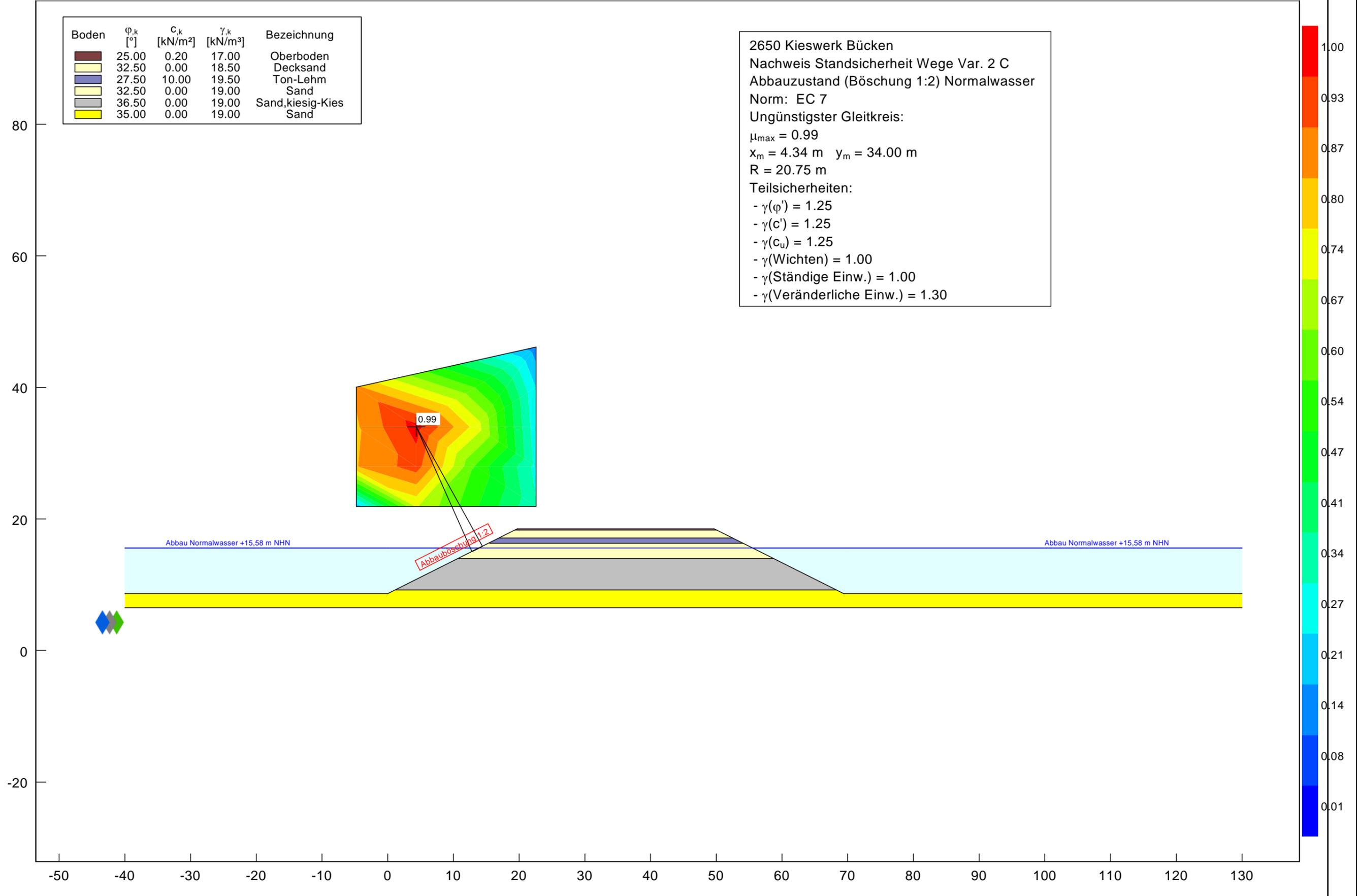
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 2 B
 Abbauzustand (Böschung 1:2,5) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.72$
 $x_m = 13.47 \text{ m}$ $y_m = 34.01 \text{ m}$
 $R = 19.92 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



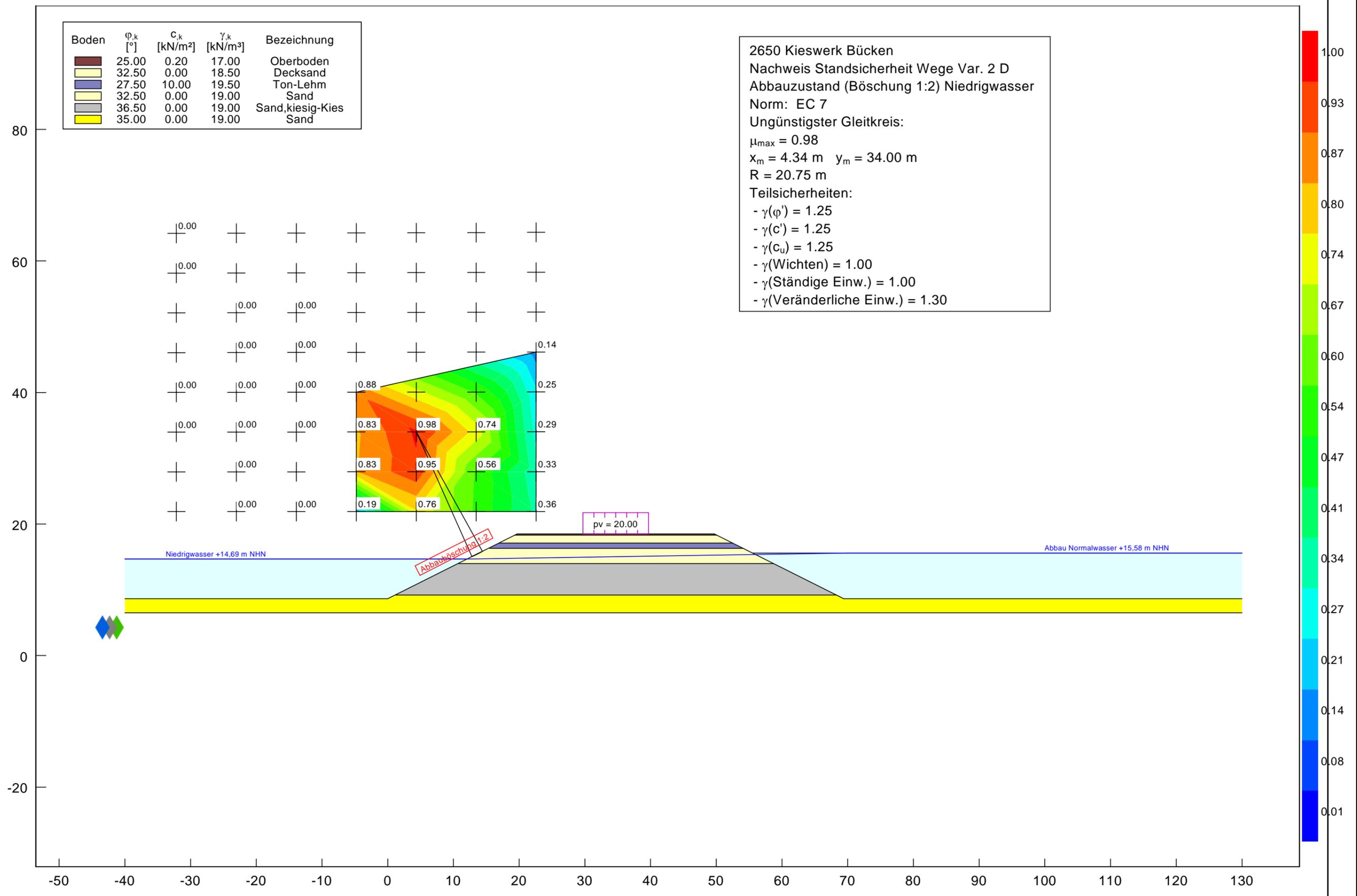
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 2 C
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.99$
 $x_m = 4.34 \text{ m}$ $y_m = 34.00 \text{ m}$
 $R = 20.75 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



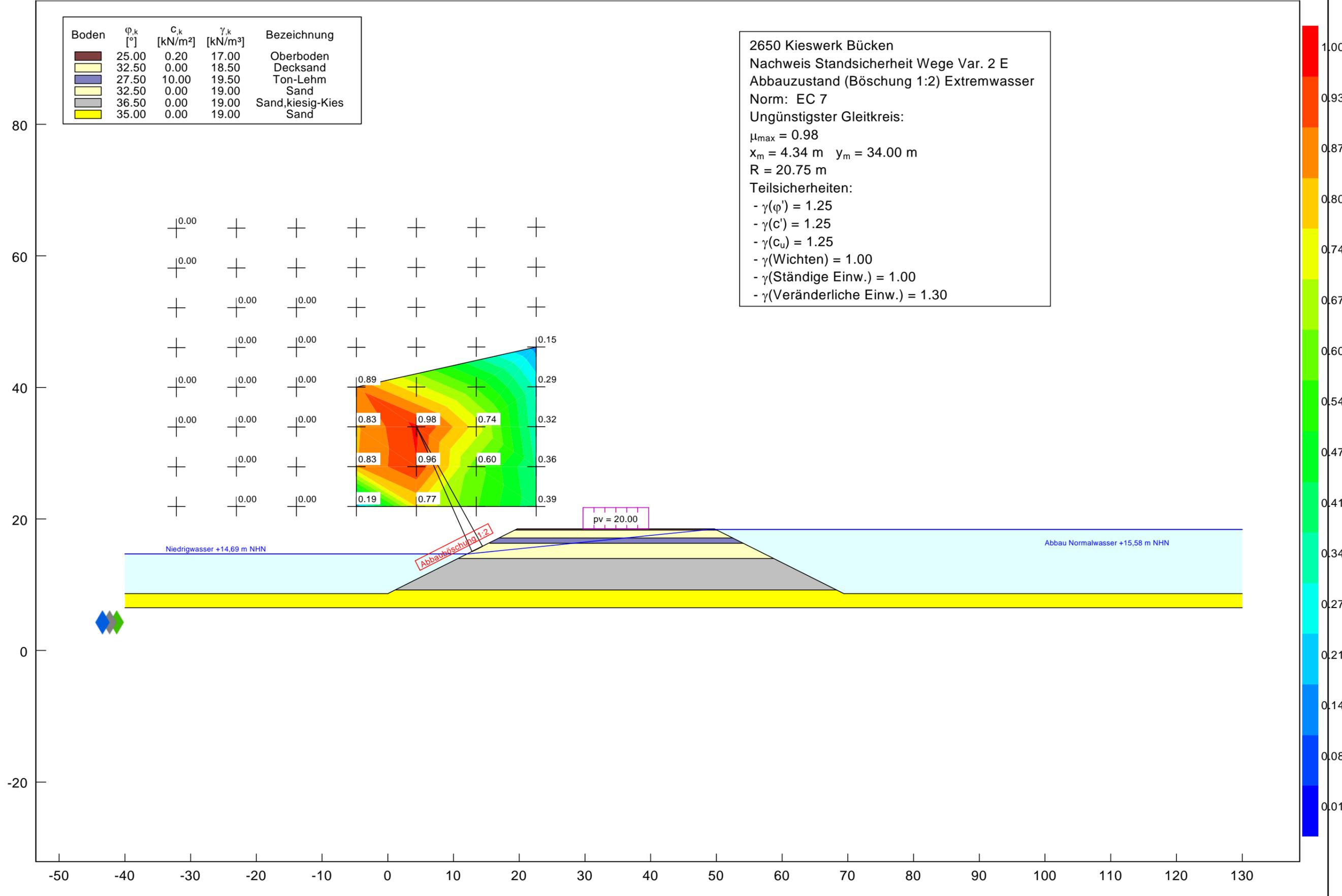
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 2 D
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Niedrigwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = 4.34 \text{ m}$ $y_m = 34.00 \text{ m}$
 $R = 20.75 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

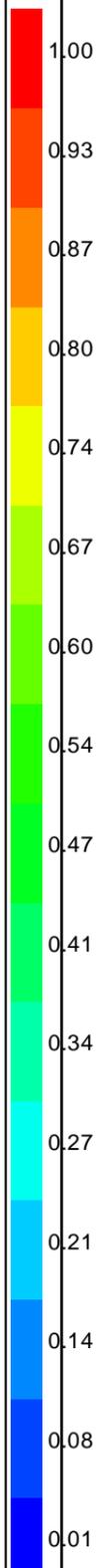
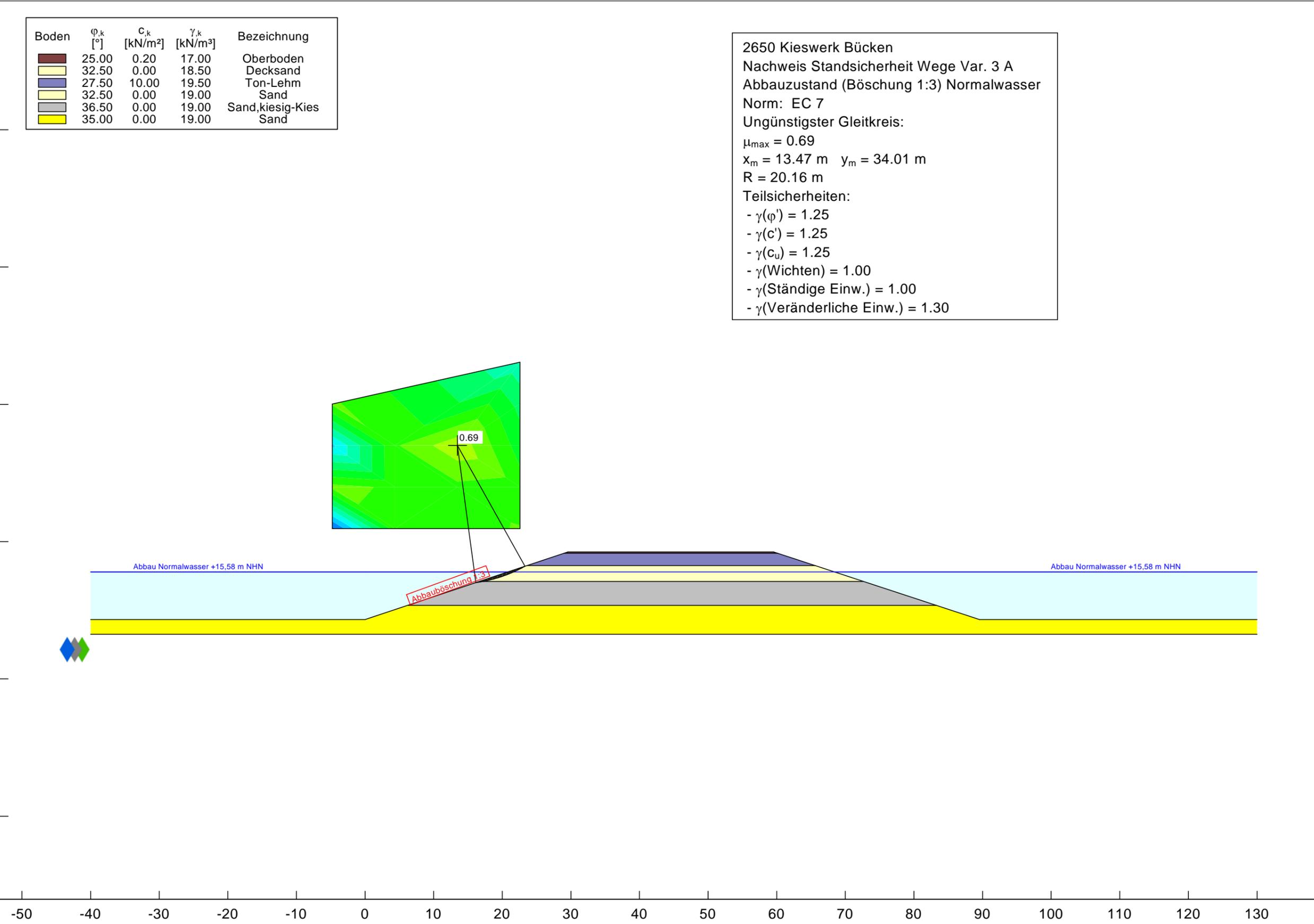
2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 2 E
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Extremwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = 4.34 \text{ m}$ $y_m = 34.00 \text{ m}$
 $R = 20.75 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 3 A
 Abbauzustand (Böschung 1:3) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.69$
 $x_m = 13.47 \text{ m}$ $y_m = 34.01 \text{ m}$
 $R = 20.16 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

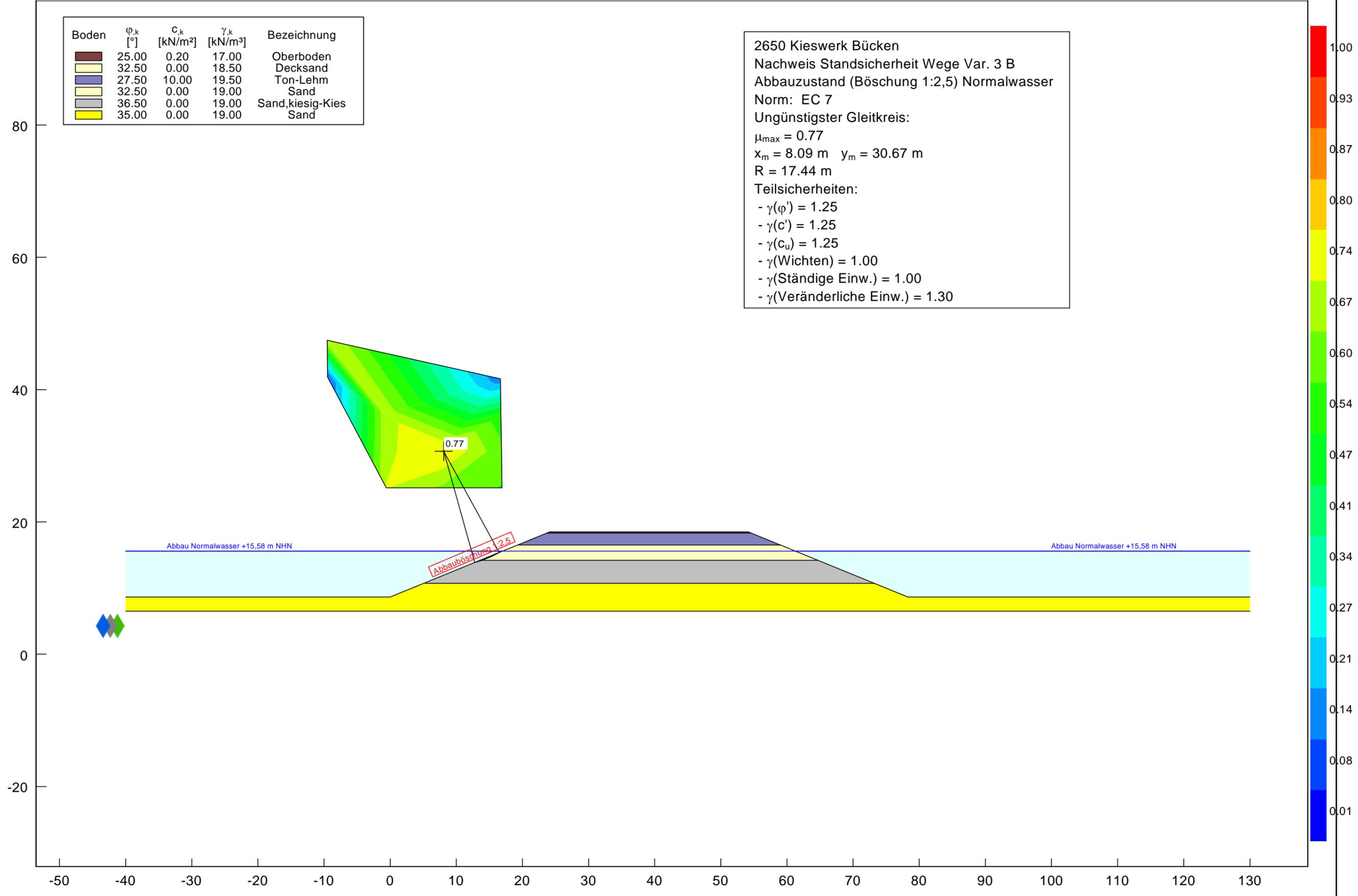
80
60
40
20
0
-20



-50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130

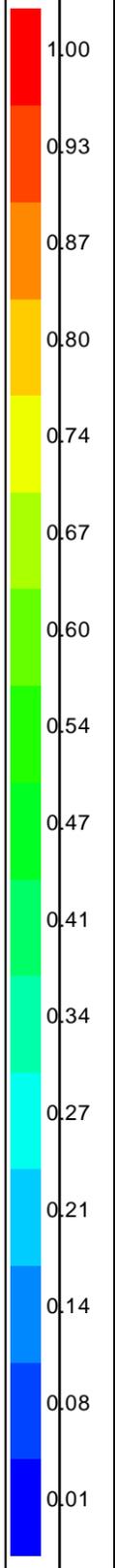
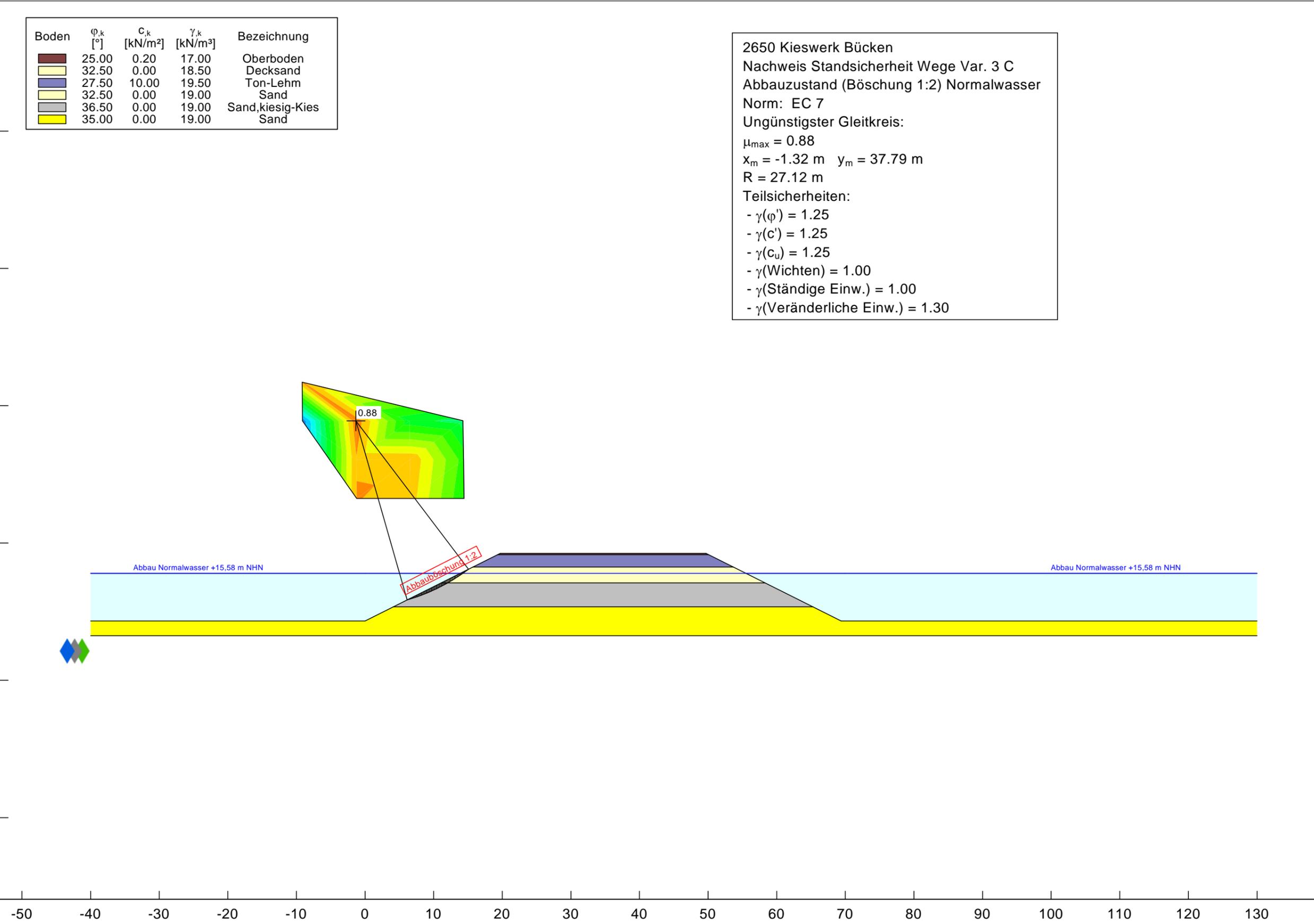
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 3 B
 Abbauzustand (Böschung 1:2,5) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.77$
 $x_m = 8.09 \text{ m}$ $y_m = 30.67 \text{ m}$
 $R = 17.44 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



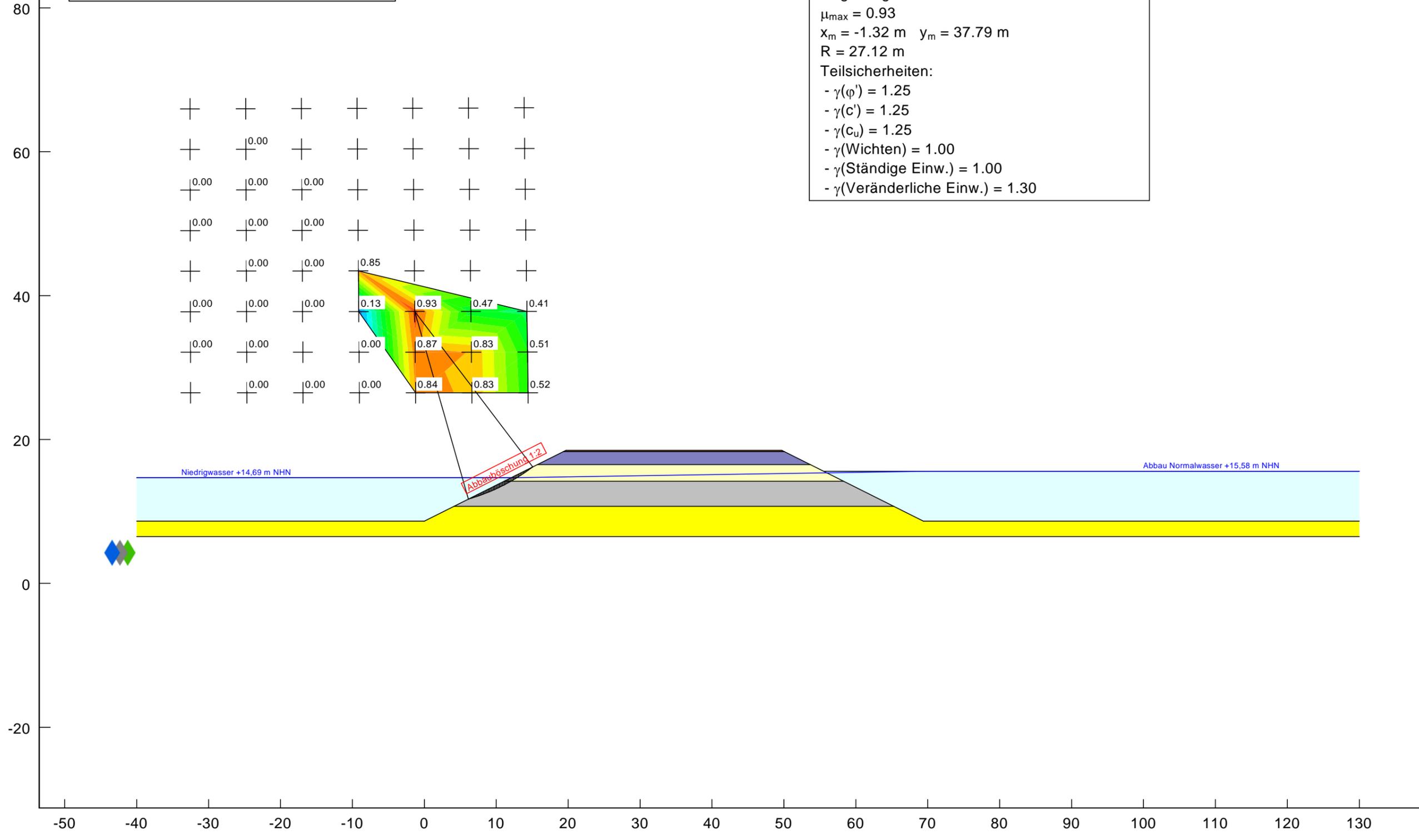
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 3 C
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Normalwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.88$
 $x_m = -1.32 \text{ m}$ $y_m = 37.79 \text{ m}$
 $R = 27.12 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 3 D
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Niedrigwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.93$
 $x_m = -1.32 \text{ m}$ $y_m = 37.79 \text{ m}$
 $R = 27.12 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	0.20	17.00	Oberboden
	32.50	0.00	18.50	Decksand
	27.50	10.00	19.50	Ton-Lehm
	32.50	0.00	19.00	Sand
	36.50	0.00	19.00	Sand, kiesig-Kies
	35.00	0.00	19.00	Sand

2650 Kieswerk Bücken
 Nachweis Standsicherheit Wege Var. 3 E
 Abbauzustand (Böschung 1:2) Niedrigwasser
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.94$
 $x_m = -1.32 \text{ m}$ $y_m = 37.79 \text{ m}$
 $R = 27.12 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

