

HOCHWASSERSCHUTZ BOIZENBURG

ERDSTATISCHE NACHWEISE DES HAFEN- UND ALTSTADTDEICHS



Projektname **Hochwasserschutz Boizenburg – Hafendeich Boizenburg**

Projekt Nr. **301000506**

Empfänger **Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg
Abteilung Naturschutz, Wasser und Boden**

Inhalt **Geotechnische und hydraulische Nachweise des Hafen- und Altstadtdeichs**

Version **Revision 1**

Datum **23.11.2021**

Bearbeitet von **Jens Hucklenbroch**

Überprüft von **Sophia Tietge**

Genehmigt von **Georg Zinßer**

INHALT

1.	Allgemeines	3
1.1	Veranlassung	3
1.2	Vorbemerkungen und Berechnungsumfang	3
1.3	Verwendete Unterlagen	4
1.4	Verwendete Software	5
1.5	Revisionsstatus	5
2.	Bemessungsgrundlagen	6
2.1	Regelquerschnitte	6
2.2	Baugrundverhältnisse	7
2.3	Hydrologische Verhältnisse	11
2.4	Einwirkungen	13
2.5	Bemessungssituationen und Einwirkungskombinationen	14
2.6	Sicherheitskonzept	15
3.	Strömungsberechnung	16
3.1	Stationäre Strömungsberechnung	16
3.2	Instationäre Strömungsberechnung	17
4.	Nachweise der Tragfähigkeit	18
4.1	Globale Standsicherheit	18
4.2	Lokale Standsicherheit	21
4.3	Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch	22
4.4	Nachweis der Anfangsstandsicherheit	23
5.	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	25
5.1	Setzungen/Verformungen	25
5.2	Rissbildungen	27
6.	Nachweis zur Sicherheit gegen Materialtransport	28
6.1	Kontakterosion und Suffosion	28
6.2	Rückschreitende Erosion (Fugenerosion bzw. Erosionsgrundbruch)	31

ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Potentiallinienverteilung aus den stationären Strömungsberechnungen
Anlage 3	Potentiallinienverteilung aus den instationären Strömungsberechnungen
Anlage 4	Böschungs- und Grundbruchnachweise
Anlage 5	Gleitnachweis
Anlage 6	Nachweis der Spreizsicherheit am Böschungsfuß
Anlage 7	Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit
Anlage 8	Böschungs- und Grundbruchnachweise im undränierten Zustand
Anlage 9	Setzungsberechnungen

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung

Ausgelöst durch diverse Hochwasserereignisse der Elbe seit 2002 haben sich die Elbeminister 2009 auf einen Bemessungshochwasserabfluss von 4.545 m³/s und einen Bemessungshochwasserstand (BHW) von +7,99 m NHN am Pegel Wittenberge verständigt. Für den Pegel Boizenburg entspricht dies einem BHW von +11,37 m NHN.

Unter Berücksichtigung des neuen BHWs ergibt sich für den Bereich des Hafendeichs in Boizenburg ein mittleres Freiborddefizit von 0,77 m. Um einen Überblick über die technisch erforderlichen und möglichen Maßnahmen zur Behebung dieses Defizits zu erhalten, wurde die Pöyry Deutschland GmbH im Jahr 2017 vom StALU WM mit der Erstellung einer Vorplanung zur Sanierung des Hafendeichs Boizenburg beauftragt.

Im Rahmen einer gesamtheitlichen Betrachtung wurde als Ergebnis der Vorplanung eine Rückverlegung des bestehenden Hafen-/Elbdeichs zwischen dem Schöpfwerk Boizenburg und der Ortslage Gothmann als Vorzugsvariante zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes identifiziert. Durch die Deichneubaustrasse entsteht eine ca. 79 ha große Retentionsfläche, welche den Hochwasserabfluss positiv beeinflussen soll. Da zudem naturschutzfachliche Vorteile erwartet wurden, ist die Ingenieurgesellschaft Ramboll / iKD (kurz: INGE) im August 2017 vom StALU WM mit der Erstellung eines ökologischen Variantenvergleichs beauftragt worden, um die erarbeiteten Lösungsansätze im Hinblick auf die Ökologie, Ökonomie und Genehmigungsfähigkeit genauer zu betrachten. Im Ergebnis konnte die Variante der Deichrückverlegung auch aus ökologischer Sicht als Vorzugsvariante bestätigt werden.

Inhalt der vorliegenden Unterlage sind die hydraulischen und geotechnischen Nachweise des Altstadtdeichs (*zukünftiger Name: Boizenburger Altstadtdeich*) und des Hafendeichs Boizenburg bis zum Anschluss des Altstadtdeichs. Details zur Planung sind der Planungsunterlage (z.B. [1]) zu entnehmen.

Ein Übersichtslageplan der Maßnahme kann der Anlage 1 entnommen werden.

1.2 Vorbemerkungen und Berechnungsumfang

Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung ist nachzuweisen, dass die Hochwasserschutzanlagen den hydraulischen Belastungen in den maßgebenden Bemessungssituationen (vgl. Abschnitt 2.5) standhalten. Hierbei sind Hochwasserschutzanlage und Untergrund stets als Einheit anzusehen.

In der vorliegenden Unterlage sind dabei folgende Objekte betrachtet worden:

- Hafendeich Boizenburg zwischen Hafenmauer und Anschluss an den Boizenburger Altstadtdeich
- Boizenburger Altstadtdeich auf gesamter Länge (Anschluss Hafendeich bis Anschluss rechter Sudedeich Boizenburg)

Die Anschlussbereiche des Hafendeichs an das Schöpfwerk Boizenburg werden mittels einer Spundwandlösung saniert und sind Bestandteil einer separaten Unterlage. Ebenfalls Bestandteil einer separaten Unterlage sind die erdstatischen Nachweise der Elbedeiche Boizenburg und Mahnwerder.

Die für die Hochwasserschutzanlagen durchzuführenden Nachweise lassen sich nach EC 7 [5] untergliedern in:

- Nachweise der Unterschreitung des Grenzzustandes der Tragfähigkeit
- Nachweise der Unterschreitung des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit, und
- Nachweise der Erosionssicherheit (Materialtransport)

1.3 Verwendete Unterlagen

- [1] INGE Ramboll iKD: Verbundprojekt Hochwasserschutz Boizenburg – Rückdeichung Hafendeich, Sude Hochwassersperrwerk Boizenburg und Erhöhung Elbdeich Mahnkenwerder, Planfeststellungsunterlage, Teil B: Erläuterungsbericht, Rev. 0, September 2021
- [2] Ramboll: Hochwasserschutz Boizenburg – Hafendeich Boizenburg, Geotechnischer Bericht, Rev. 0, 06.11.2019
- [3] ibs Ingenieurbüro Schwerin: Geotechnischer Bericht zu den Baugrund- und Gründungsverhältnissen Nr. 18/05 HWS Boizenburg Hafendeich 15, ibs Ingenieurbüro Schwerin für Landeskultur, Umweltschutz und Wasserwirtschaft GmbH, Juni 2005
- [4] DIN 19712:2013-01: Hochwasserschutz an Fließgewässern
- [5] DIN EN 1997-1:2014-03: Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC_2009 + A1:2013
- [6] DIN 1054:2010-12: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [7] DIN 4019:2015-05: Baugrund - Setzungsberechnungen
- [8] DWA-M 507-1, Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Dezember 2011
- [9] Freie und Hansestadt Hamburg - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Richtlinie Hauptdeiche: Richtlinie für Planungen im öffentlichen Hochwasserschutz der Freien und Hansestadt Hamburg – Geotechnische Nachweise und Bemessung, 12/2020
- [10] BAWMerkblatt MSD: Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), 2011
- [11] BAWMerkblatt MMB: Merkblatt Materialtransport im Boden, Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), 2013
- [12] BAWMerkblatt MAK: Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), 2013
- [13] BWS: Hydrogeologisches Gutachten zum Hochwasserschutz Boizenburg, BWS GmbH, Juli 2021
- [14] BRAD16: Brandenburgische Richtlinie für die Anwendung Geosynthetischer Tondichtungsbahnen im Deichbau, Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg, Ausgabe 2016

1.4 Verwendete Software

Programm	Version	Hersteller	Verwendung
Office 365 ProPlus, Word	-	Microsoft	Erstellung des Dokuments
GGU Stability	13.05	GGU-Software	Nachweis des Böschungsbruchs nach DIN 4084: 2009/EC7
GGU-2D-Transient	7.05	GGU-Software	Berechnung von instationären Grundwasserströmungen
GGU-PLGW	8.07	GGU-Software	Grafische Auswertung der Ergebnisse der instationären Strömungsberechnung
GGU-SS-Flow2D	11.11	GGU-Software	Berechnung von stationären Grundwasserströmungen
GGU-Uplift	7.00	GGU-Software	Nachweise Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch

1.5 Revisionsstatus

Rev	Datum	Beschreibung	Verfasser	gesehen
0	27.11.20	Aufstellung geot. Nachweise Seiten 1-31 und Anlage 1 bis 9	J. Hucklenbroch	S. Tietge
1	23.11.21	Anmerkungen AG eingepflegt	J. Hucklenbroch	S. Tietge

2. Bemessungsgrundlagen

2.1 Regelquerschnitte

2.1.1 Hafendeich Boizenburg

Der Hafendeich Boizenburg ist ein Bestandsdeich und soll beidseitig des Schöpfwerks Boizenburg um durchschnittlich 0,77 m in Erdbauweise auf eine Bestickhöhe von 12,37 m NHN erhöht werden.

Das Regelprofil des Hafendeichs weist eine 5,0 m breite Krone und beidseitig 1:3 geneigte Böschungen auf. Binnenseitig ist zudem eine 4,5 m breite Berme angeordnet. Mit einer Kronenhöhe von 12,37 m NHN besitzt der Hafendeich gegenüber dem BHW von 11,37 m NHN ein Freibord von 1,0 m.

Im Zuge der Erhöhung wird der Hafendeich mit einer geotextilen Tondichtungsbahn (GTD) als Außendichtung versehen.

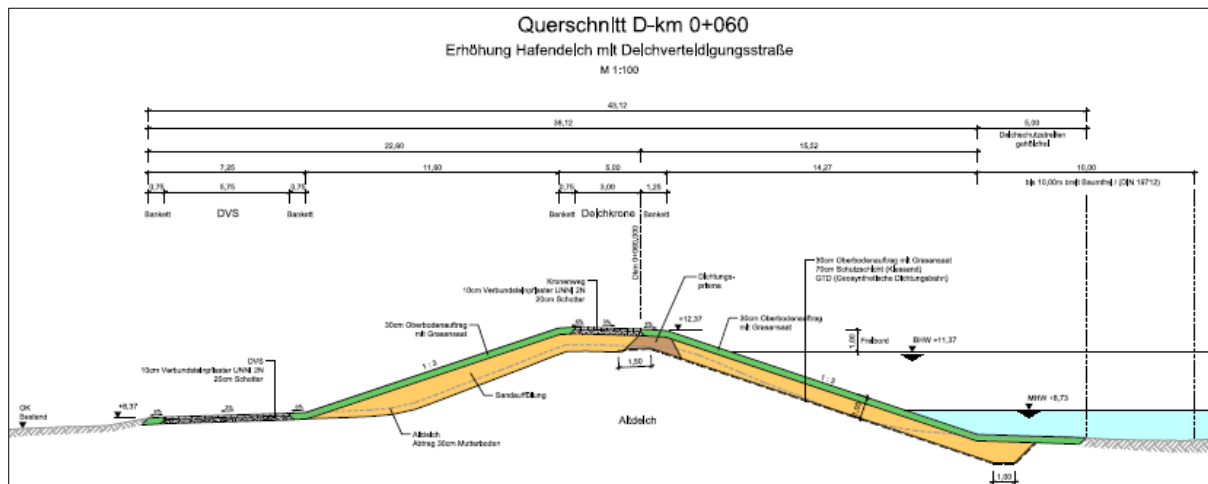


Abbildung 2-1: Regelquerschnitt des Hafendeichs

2.1.2 Boizenburger Altstadtdeich

Der Altstadtdeich soll ca. 1,9 km lang werden und eine Bestickhöhe zwischen 12,40 m NHN und 12,50 m NHN aufweisen. Gegenüber dem BHW besitzt der Altstadtdeich ebenfalls ein Freibord von 1,0 m.

Analog zum Hafendeich besitzt der Altstadtdeich eine Krone von 5,0 m Breite, land- und wasserseitige Böschungen mit einer Neigung von 1:3 sowie eine binnenseitige 4,5 m breite Berme, die 2,0 m unterhalb der Deichkrone angeordnet ist. Als Außendichtung wird eine GTD verbaut und binnenseitig erhält der Deich einen Fußfilter.

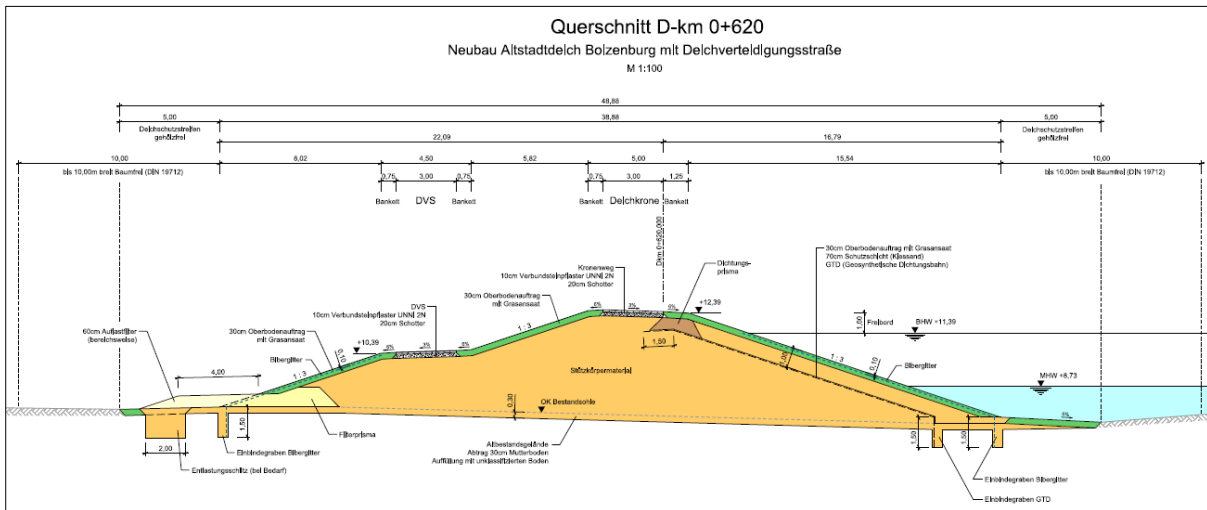


Abbildung 2-2: Regelquerschnitt des Altstadtdeichs

2.2 Baugrundverhältnisse

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse insbesondere im Bereich der Deichneubautrasse wurde 2018 eine Baugrunderkundung vorgenommen. Die Ergebnisse sind im geotechnischen Bericht [1] zusammengefasst. Insgesamt wurden 12 Querprofile erkundet (s. Abbildung 2-3).

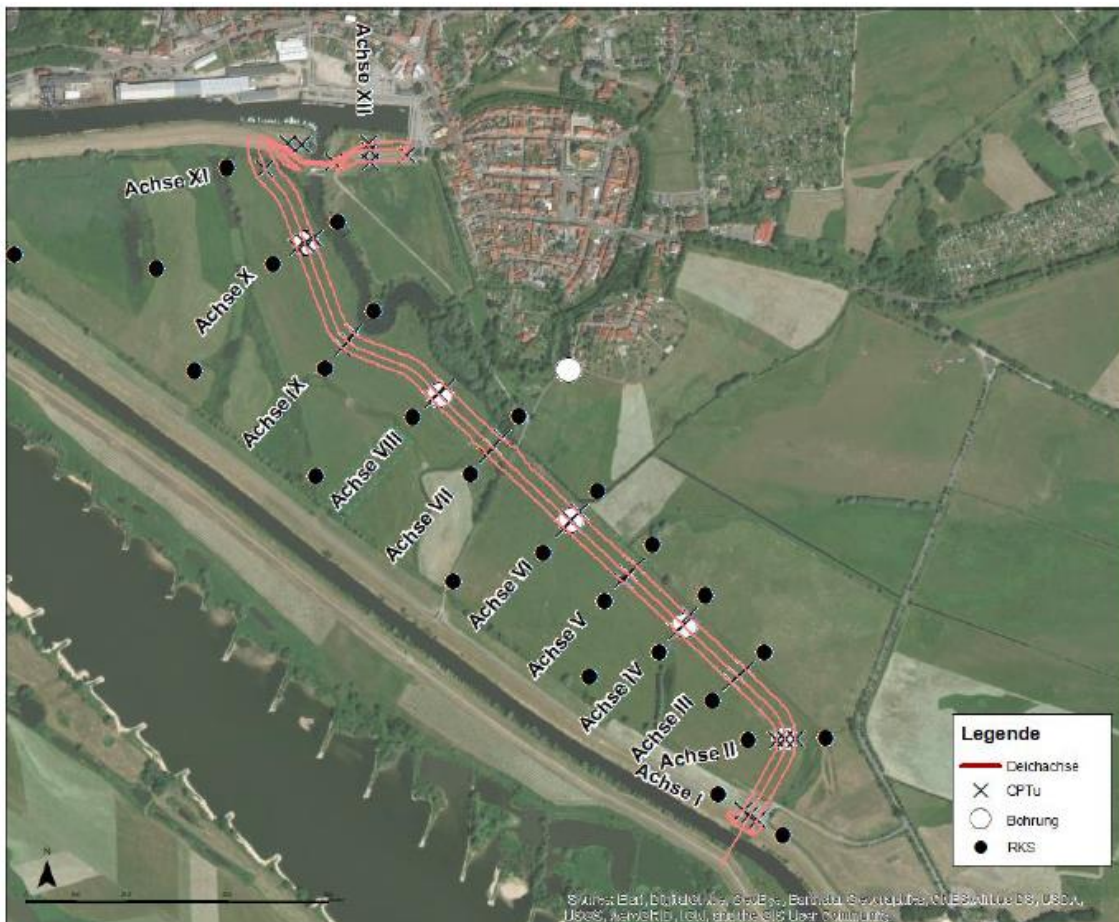


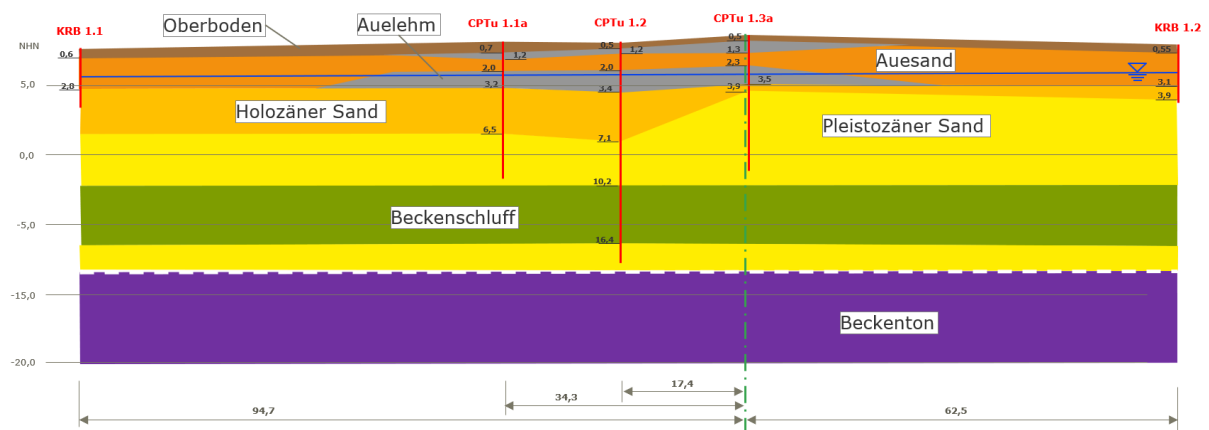
Abbildung 2-3: Lage der Baugrundaufschlüsse im Projektgebiet

Grundsätzlich wurden oberflächennahe Auesedimente über holozänen Sanden, unterlagert von Pleistozänen Sanden, in denen vereinzelt im süd-östlichen Projektgebiet Beckenschluff-Linsen eingelagert sind, vorgefunden. Unterhalb der Pleistozänen Talsande befindet sich ein Beckenton, dessen Oberkante im südöstlich geplanten Deichabschnitt teilweise nicht erkundet wurde. In Kleinrammbohrungen wurden vereinzelt Torflinsen im Bereich von teilweise noch wasserführenden Gräben festgestellt, die jedoch außerhalb der geplanten Deichtrasse liegen.

2.2.1 Bemessungsbodenprofile

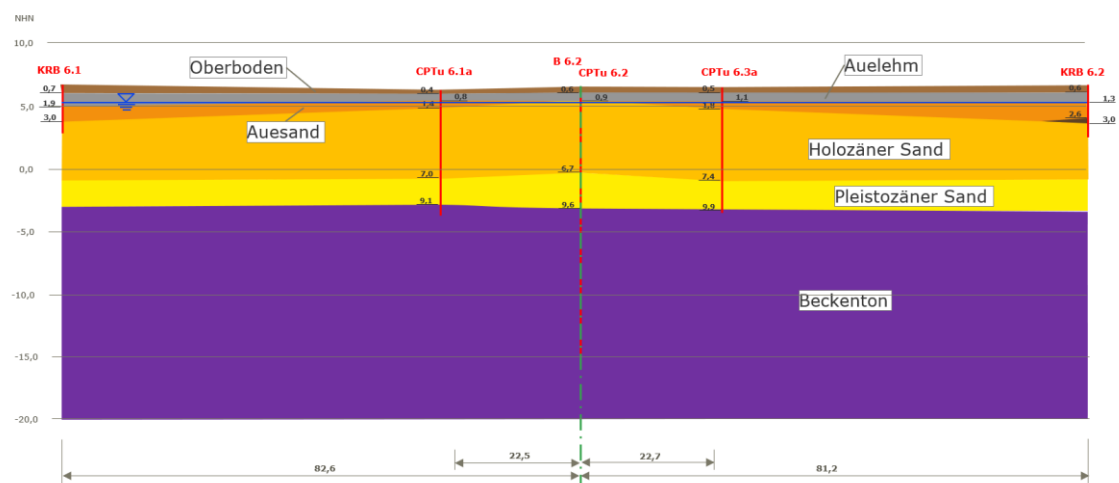
Dem geotechnischen Bericht [1] können für alle 12 erkundeten Achsen Bemessungsprofile entnommen werden. Aufgrund der Homogenität einiger Achsen wird die Nachweisführung auf die folgenden fünf repräsentativen Bemessungsprofile reduziert:

Bemessungsprofil Achse I:



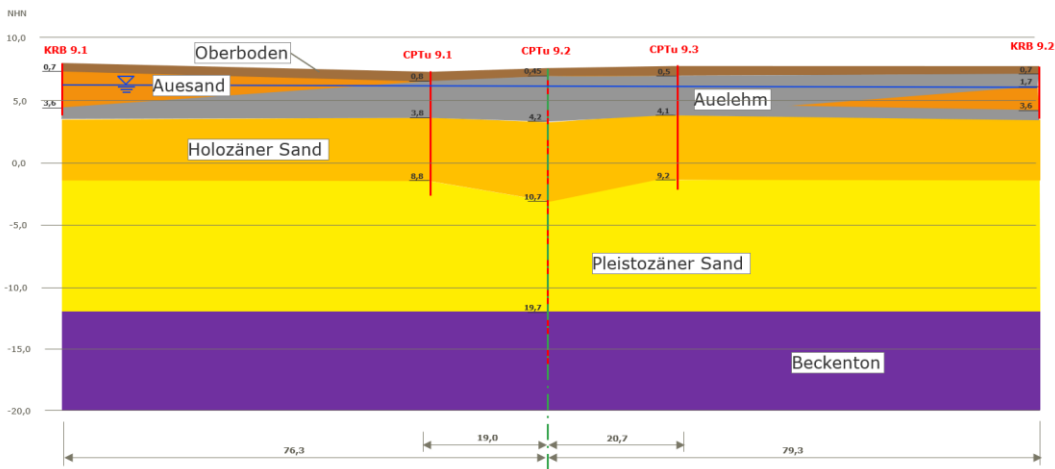
Das Bemessungsprofil der Achse I ist charakteristisch für die Achsen I, II und V. Aufgrund der höheren Grundwasserpotentiale (s. Abschnitt 0) wird die Achse I als maßgebendes Bemessungsprofil berücksichtigt.

Achse VI:



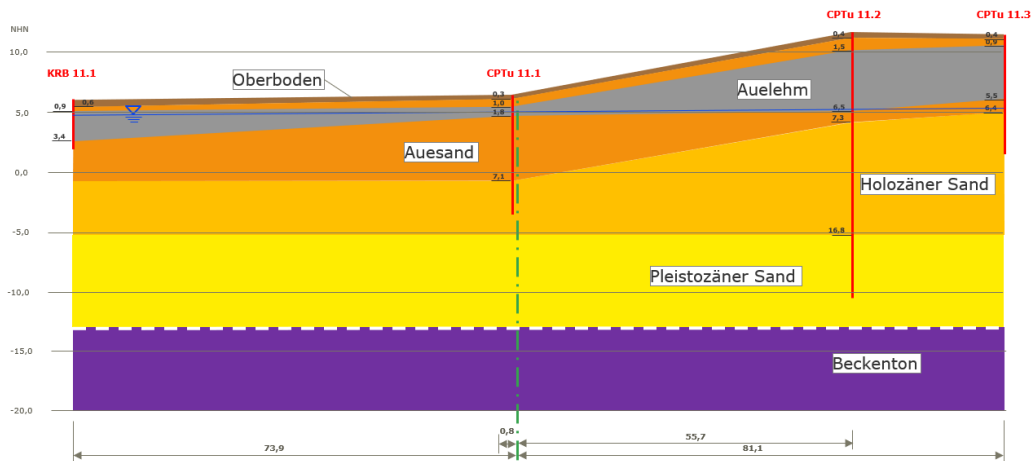
Das Bemessungsprofil der Achse VI ist charakteristisch für die Achsen III, IV und VI. Aufgrund der geringeren Mächtigkeit der Auesedimente und des geringeren Abstands zum Grundwasserleiter wird die Achse VI als maßgebendes Bemessungsprofil berücksichtigt.

Achse IX:



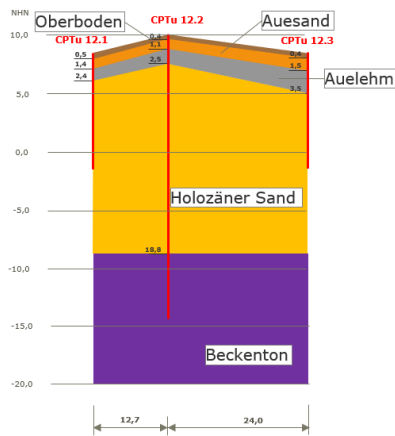
Das Bemessungsprofil der Achse IX ist charakteristisch für die Achsen IX und X. Aufgrund der geringeren Mächtigkeit der Auesedimente und des geringeren Abstands zum Grundwasserleiter wird die Achse XI als maßgebendes Bemessungsprofil berücksichtigt.

Achse XI:



Das Bemessungsprofil der Achse XI ist charakteristisch für die Achsen VII, VIII und XI. Aufgrund der höheren Grundwasserpotentiale (s. Abschnitt 0) wird die Achse XI als maßgebendes Bemessungsprofil berücksichtigt.

Achse XII:



Das Bemessungsprofil der Achse XI ist charakteristisch für den Hafendeich.

2.2.2 Charakteristische Bodenkennwerte

Gemäß geotechnischem Bericht [1] sind die folgenden charakteristischen Bodenkennwerte zu verwenden.

Tabelle 2-1: Charakteristische Bodenkennwerte [1]

Schicht	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Scherfestigkeit			Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässigkeit k_f [m/s]
		ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]		
Oberboden <i>weich</i>	17,5 / 8,0	20,0	0	10	k.A.	$1 \cdot 10^{-5}$
Auesand <i>locker</i>	18,0 / 10,0	28,0	0	0	1,5	$2 \cdot 10^{-6}$
Auelehm <i>weich</i>	16,5 / 7,0	18,0	10	20	2,5	$1 \cdot 10^{-7}$
Torf <i>sehr weich</i>	12,0 / 2,0	15,0	10	15	0,5	$1 \cdot 10^{-5}$
Holozäne Sande <i>mitteldicht bis dicht</i>	18,0 / 10,5	32,5 31,0	0	0	40 (SE) 25 (SU)	$1 \cdot 10^{-4}$ $6 \cdot 10^{-5}$
Pleistozäne Sande <i>dicht bis sehr dicht</i>	19,0 / 11,0	35,0	0	0	80	$2 \cdot 10^{-4}$
Beckenschluff <i>breiig bis weich</i>	18,0 / 8,0	20,0	5	50	3	$5 \cdot 10^{-8}$
Beckenton <i>steif</i>	19,5 / 9,5	20,0	15	80	4,3	$< 1 \cdot 10^{-9}$

Für die Lieferbaustoffe (Stützkörpermaterial, Tondichtung usw.) wurden anhand von Literatur- und Erfahrungswerten die folgenden Kenngrößen angenommen:

Tabelle 2-2: Bodenkennwerte der Lieferbaustoffe

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ' [°]	k_f [m/s]
Stützkörpermaterial (Sand)	18,0 / 10,5	32,5	$1 \cdot 10^{-4}$
Tondichtung	20,5 / 10,5	22,5	$1 \cdot 10^{-8}$
Kies-Filter	18,0 / 10,5	35,0	$1 \cdot 10^{-3}$














Darüber hinaus werden für den bestehenden Hafendeich gemäß geotechnischem Bericht von ibs [3] folgende Bodenkennwerte für das Stützkörpermaterial berücksichtigt:

$$\gamma/\gamma' = 18/10 \text{ kN/m}^3; k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}; \varphi' = 28^\circ \text{ und } E_s = 30 \text{ MN/m}^2$$

Für die Strömungsberechnungen wurden effektive Porositäten der Böden auf Grundlage von Literaturwerten und Erfahrungen angenommen. Vereinfachend wurde der im geotechnischen Bericht vorgegebene Durchlässigkeitsbeiwert k_f sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung angesetzt, vgl. Tabellenwerte k_x und k_y .

Folgende Durchlässigkeitsbeiwerte wurden zudem abgeschätzt:

- Verbundsteinpflaster: $k_x = k_y = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ („durchlässig“)

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Tondichtung
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	Altdeich
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Beckenschluff
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Beckenton

2.3 Hydrologische Verhältnisse

2.3.1 Bemessungswasserstand Elbe

Der anzusetzende Bemessungswasserstand beträgt am Hafendeich BHW = 11,37 m NHN.

Am Altstadtdeich steigt der Bemessungswasserstand von 11,37 m NHN (Anschluss Hafendeich) bis 11,50 m NHN am südlichen Ende des Deichs (Anschluss an rechten Sudedeich). Für die Standsicherheitsnachweise werden entsprechend der Deichkilometrierung (gesamte HWS-Linie von Hafenumauer bis Landesgrenze Niedersachsen) die folgenden Bemessungswasserstände berücksichtigt.

Deich-km 0+312 bis 0+783: BHW = 11,40 m NHN

Deich-km 0+783 – 1+402: BHW = 11,45 m NHN

Deich-km 1+402 bis 2+250: BHW = 11,50 m NHN

2.3.2 Grundwasserstände

Die Veränderung der Grundwasserstände im Zuge der Deichrückverlegung wurde durch die BWS GmbH im Rahmen eines hydrogeologischen Gutachtens untersucht [13]. Für den Hochwasserfall können daraus die folgenden Grundwasserpotentiale im Grundwasserleiter (GWL) unterhalb des Deichfußes des Altstadtdeichs und Hafendeichs entnommen werden (vgl. Abbildung 2-4):

Altstadtdeich

- Bemessungsprofil Achse I: 10,50 m NHN (Vorab-Wert :10,50 m NHN)
- Bemessungsprofil Achse VI: 8,50 m NHN (Vorab-Wert :9,75 m NHN)
- Bemessungsprofil Achse IX: 7,25 m NHN (Vorab-Wert :9,00 m NHN)
- Bemessungsprofil Achse XI: 9,00 m NHN (Vorab-Wert :10,75 m NHN)

Hafendeich

- Bemessungsprofil Achse XII: 9,00 m NHN (Vorab-Wert: 10,25 m NHN)

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokumentes lagen die finalen Grundwasserpotentiale noch nicht vor. Aus diesem Grund wurde mit Vorab-Werten gerechnet. Diese Werte liegen rückblickend über den finalen Potentialen und daher auf der sicheren Seite. Eine Anpassung der in diesem Dokument geführten Nachweise an die aktuellen Grundwasserpotentiale erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Unter Berücksichtigung einer mittleren Geländehöhe im Polder zwischen 6,5 bis 7,0 m NHN liegen demnach im Hochwasserfall deutlich gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

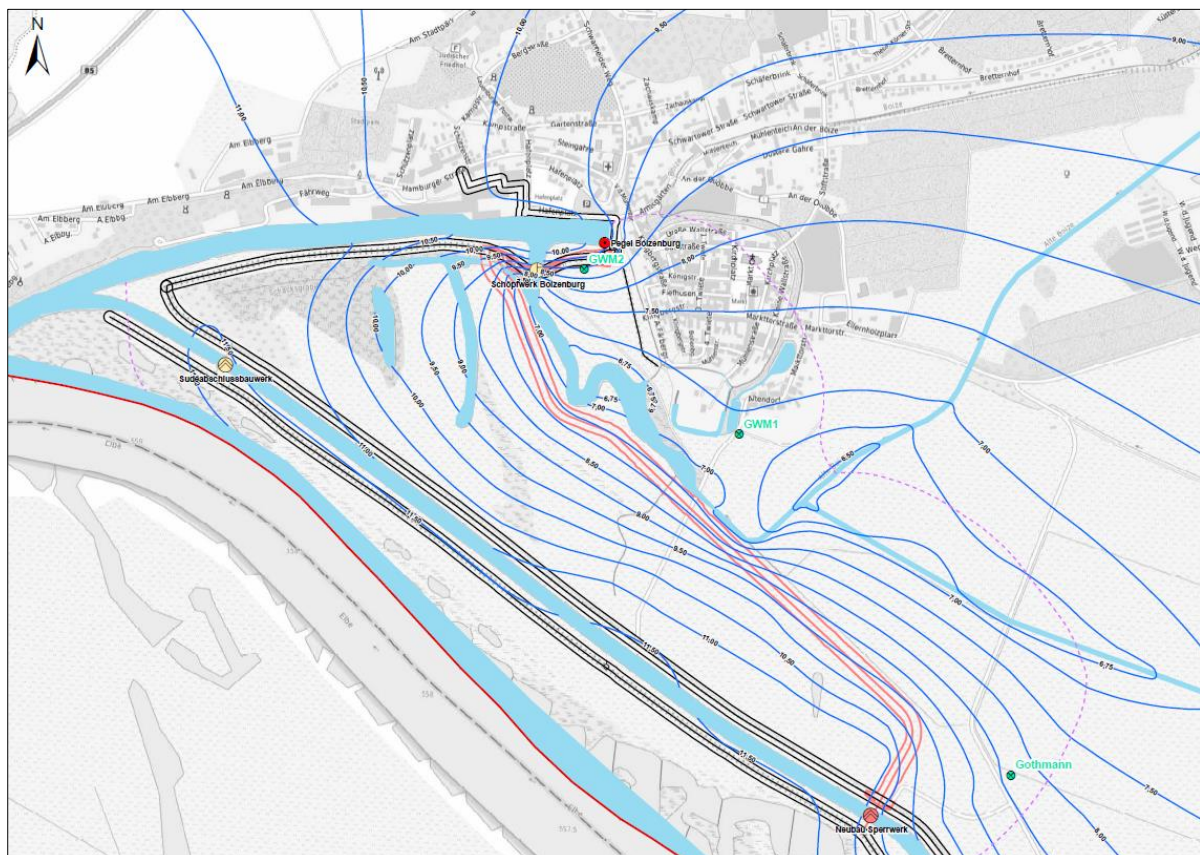


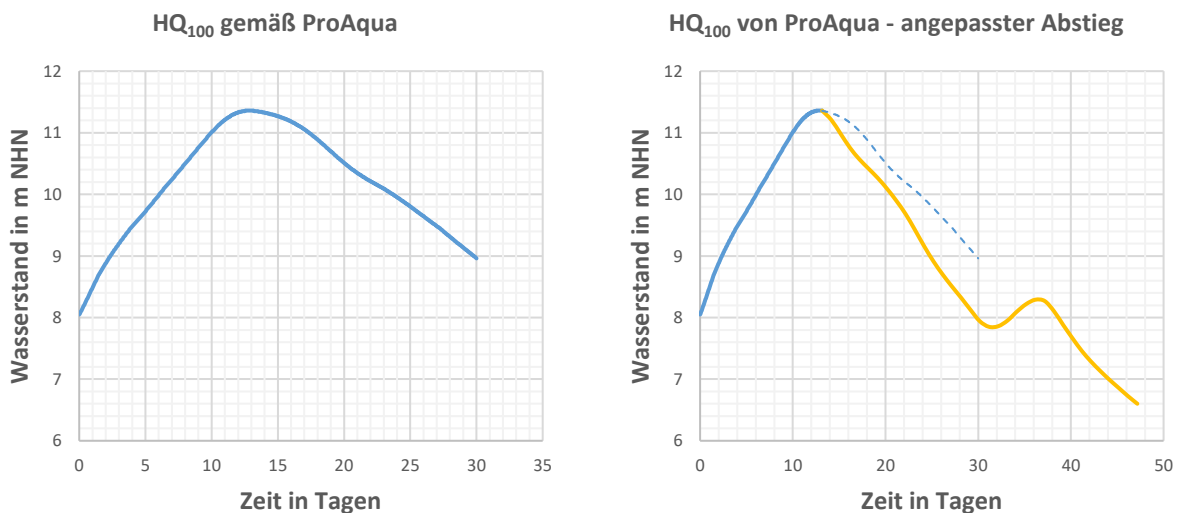
Abbildung 2-4: Grundwassergleichenplan für den Planzustand im Bemessungshochwasserfall aus [13]

2.3.3 Bemessungshochwasserkurve

Die Ganglinie des im Jahr 2015 neu definierten Bemessungshochwassers (HQ₁₀₀) wurde durch die ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH modelliert. Die Ganglinie umfasst einen Zeitraum von 30 Tagen und weist einen Hochwasserscheitel von 11,37 m NHN auf (blaue Linie).

Im Vergleich zu den Hochwassern aus den Jahren 2006, 2011 und 2013 steigt und fällt der Wasserstand des Bemessungshochwassers von ProAqua deutlich langsamer. Damit liegt die modellierte Hochwasserganglinie für die meisten Betrachtungen auf der sicheren Seite. Für den Sunklastfall ist jedoch ein schnell fallendes Hochwasser kritischer. Aus diesem Grund wird für die Bemessungssituation BS-P.2 (vgl. Tabelle 2-3) der absteigende Ast des Hochwassers aus 2013 (gelbe Linie) herangezogen.

Die angepasste Hochwasserkurve fällt nach Erreichen des Scheitelpunktes ca. alle 5 Tage um einen Meter (zum Vergleich HQ₁₀₀ ProAqua: 7 Tage/1 m). Insgesamt fällt das Hochwasser damit immer noch relativ langsam.



2.4 Einwirkungen

Die auf die Hochwasserschutzanlagen oder den Untergrund einwirkenden oder daraus resultierenden Beanspruchungen sind als charakteristische Werte zu ermitteln und in ständige, veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen einzuordnen.

2.4.1 Ständige Einwirkungen

Als ständige Einwirkungen werden unter Berücksichtigung der DIN 19712 [4]

- die Eigenlasten, die sich aus der Wichte der Bodenschichten gemäß geotechnischem Bericht [1] ergeben, und
- der Erddruck (z.B. auf die Hochwasserschutzwand) berücksichtigt.

Für das Verbundsteinpflaster (UNNI-2N) des Deichverteidigungs- und Kronenweges werden folgende Eigenlasten und Bauwerkseigenschaften beachtet:

- $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$ / $\gamma' = 10,5 \text{ kN/m}^3$ (Quelle: Berding-Beton); $\phi k' = 32,5^\circ$

2.4.2 Veränderliche Einwirkungen

Als veränderliche Einwirkungen werden unter Berücksichtigung der DIN 19712 [4]

- Die Beanspruchungen aus dem Bemessungshochwasser (BHW), s. Abschnitt 2.3.1 mit Wasserständen,
- Den Beanspruchungen aus schnell aus dem BHW fallendem Wasserstand in der Elbe, und
- Verkehrslasten mit 33 kN/m² für befestigte Deichverteidigungswege, mit 16 kN/m² für sonstige Wege und mit 5 kN/m² für Kronen und Bermen ohne Fahrwege berücksichtigt.

2.4.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

Als außergewöhnliche Einwirkungen werden unter Berücksichtigung der DIN 19712 [4]

- ein das Bemessungshochwasser überschreitendes Hochwasser (bordvoller Wasserstand bis Sollhöhe),
- der Ausfall von Dichtungen, und
- der Ausfall von Dräns berücksichtigt.

2.5 Bemessungssituationen und Einwirkungskombinationen

Die zuvor genannten Einwirkungen sind gemäß DIN EN 1990 zu Einwirkungskombinationen zusammenzufassen und den Bemessungssituationen zuzuordnen. Für den Nachweis der Tragfähigkeit wird unterschieden in ständige (BS-P), vorübergehende (BS-T) und außergewöhnliche Bemessungssituationen (BS-A). Die für Deiche regelmäßig zu berücksichtigenden Einwirkungskombinationen in den verschiedenen Bemessungssituationen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 2-3: Einwirkungen und Bemessungssituationen gemäß DIN 19712 [4]

Einwirkungen		Bemessungssituation					
		BS-P ständig		BS-T vorübergehend	BS-A außergewöhnlich		
		(Hochwasser- zustand)		(Bau- und Revisions- zustand)	(Besondere Belastungen und Situationen)		
		P.1	P.2	T.1	A.1	A.2	A.3
Ständige	Eigenlasten und Auflasten	X	X	X	X	X	X
Veränderliche	Verkehrslasten	X	X	X	X	X	X
	Beanspruchungen durch BHW	X				X	
	Beanspruchungen durch aus BHW fallenden Wasserspiegel		X				
	Beanspruchungen durch BauHW			X			X
Außergewöhnliche	Beanspruchungen durch Wasserstand „bordvoll“ ^a				X		
	Beanspruchungen infolge Versagen von Dichtungen bzw. Dräns ^b					X	X

^a Dies entspricht bei Deichen einem wasserseitigen Einstau bis zur wasserseitigen Böschungsschulter ohne Berücksichtigung von lokalen Über- oder Unterhöhen (z. B. aus Überfahrten oder Überlaufstrecken) und konstruktiv erforderlichen Überhöhungen.

^b Systemsicherheit von Dichtungs- und Dränelementen ist zu berücksichtigen. Bei nachweislich erosionsstabilen Systemen darf gegebenenfalls ein Teilversagen angesetzt werden. Das Maß des Versagens ist jeweils systemabhängig festzulegen.

Die Nachweise der Bemessungssituationen BS-P.1, BS-P.2, BS-A.1 und BS-A.2 sind zu führen.

Die Bemessungssituationen für mögliche Bauzustände (BS-T.1 und BS-A.3) werden in der Ausführungsplanung im Rahmen einer detaillierteren Betrachtung des Bauablaufs nachgewiesen.

2.6 Sicherheitskonzept

Die Nachweise basieren grundsätzlich auf dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 [5] und DIN 1054 [6].

3. Strömungsberechnung

3.1 Stationäre Strömungsberechnung

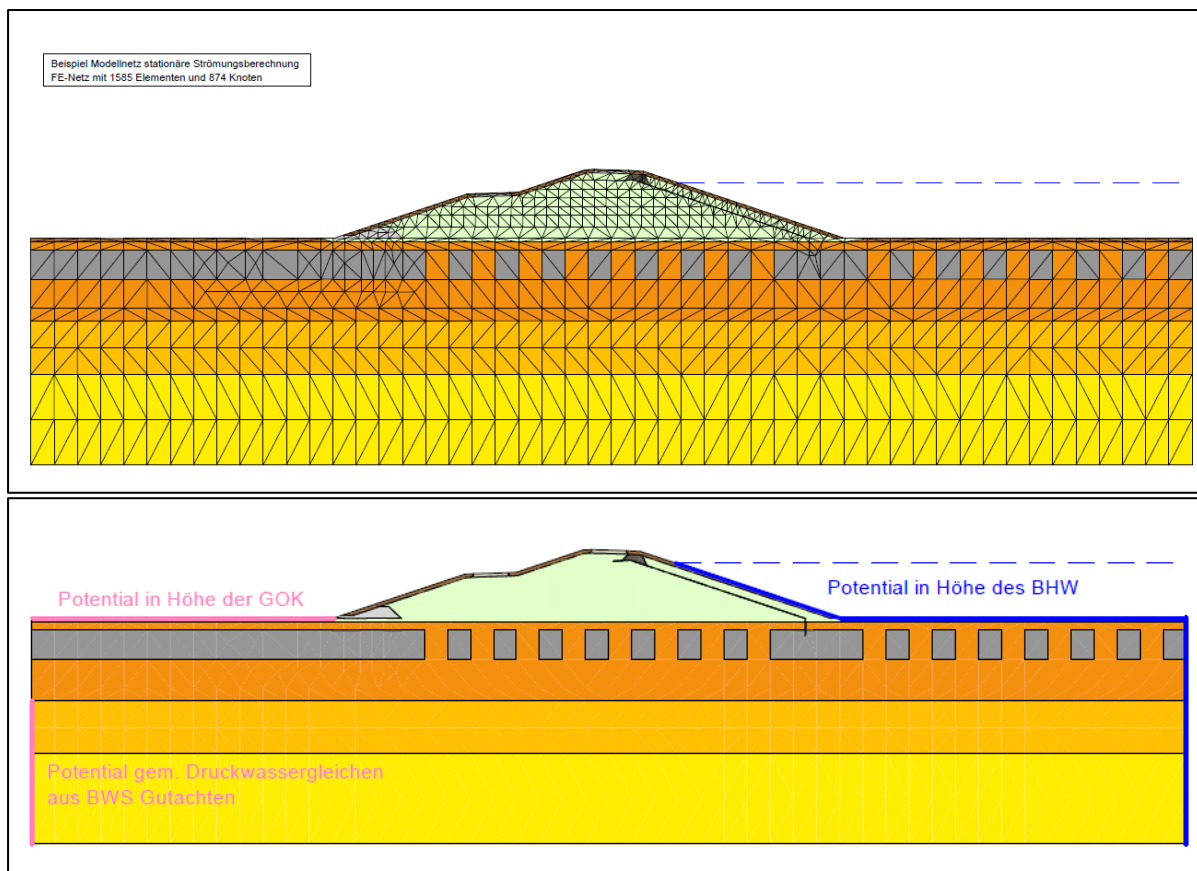
Die Sickerlinie und das Potentialliniennetz für die stationären Berechnungen wurden mittels vertikal-ebener, stationärer Berechnungen mit dem Finite-Elemente-Programm GGU-SS-FLOW2D, Version 11.11, der GGU Software GmbH ermittelt. Dabei wurde das Berechnungsmodell unter Berücksichtigung der Querschnittsgeometrie, der Baugrundsichtung und der bodenmechanischen Kennwerte erstellt. Das Dreiecksnetz wurde auf Elementform und Stetigkeit geprüft.

Als Randbedingung wurde entlang der wasserseitigen Modellränder (Außenböschung, Polder GOK und rechter Modellrand) ein Festpotential in Höhe des maßgebenden Außenwasserstands (BHW oder bordvoller Einstau, vgl. Abschnitt 2.3) vorgegeben.

Als binnenseitige Wasserstandsrandbedingung wurden die Grundwasserpotentiale im Grundwasserleiter (vgl. Abschnitt 0 und [13]) am linken Systemrand angesetzt. An der binnenseitigen GOK bis zum Deichfuß wurde das Potential entsprechend der Geländehöhe gewählt, sodass die gespannten Grundwasserverhältnisse berücksichtigt werden.

In Anlehnung an die Empfehlungen der BRAD16 [13] wurde für die Sickerlinienberechnung stets von einer perforierten bindigen Deckschicht unter und (wasserseitig) vor dem Deich ausgegangen. Dadurch werden die Heterogenität des Baugrunds und mögliche Kolkbildungen, Eisschälungen oder Baumwürfe auf der sicheren Seite liegend berücksichtigt.

Das hydraulische Versagen des Dräns und der GTD-Dichtung im BS-A.2 wurde berücksichtigt, indem die Durchlässigkeit des Stützkörpermateri als übernommen wurde.



Die Ergebnisse der stationären Strömungsberechnung können der Anlage 2 entnommen werden. Die Ergebnisse der stationären Strömungsberechnung dienen als Eingangswerte für die instationäre Strömungsberechnung.

3.2 Instationäre Strömungsberechnung

Für den Nachweis der Bemessungssituation BS-P.2 (schnell fallender Wasserspiegel) ist eine instationäre Strömungsberechnung erforderlich, um den zeitlichen Verlauf der Wasserspiegelabsenkung zu berücksichtigen. Die instationäre Strömungsberechnung wurde mit dem Finite-Elemente-Programm GGU-Transient, Version 7.05 durchgeführt. Die grafische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem Programm GGU-PLGW, Version 8.07.

Als Eingangswerte für die instationäre Strömungsberechnung dienen die stationären Strömungsberechnungen mit dem BHW als Außenwasserstand. Der Wasserstand der Elbe wird als Zeit-Randbedingung entlang der Polder-GOK und der Außenböschung vorgegeben. Grundlage hierfür bilden die Ganglinie des Bemessungshochwassers sowie deren Anpassung basierend auf dem Hochwasser von 2013 (vgl. Abschnitt 2.3.3).

Die Randbedingung wird im Verlauf der instationären Berechnung nur angesetzt, wenn das für den jeweiligen Zeitschritt gültige Potential des zugehörigen Polygonzugs größer oder gleich der Ortshöhe des jeweiligen Knotens ist.

Die Potentialverteilung in Deich und Untergrund wurde zu verschiedenen Zeitpunkten der Hochwasserganglinie untersucht. Aufgrund der geringen Absinkgeschwindigkeit liegt die Sickerlinie im Altstadtdeich zu keinem Zeitpunkt über dem Außenwasserstand. Am Hafendeich liegt die Sickerlinie aufgrund des höher gelegenen Hinterlandes geringfügig über dem Außenwasserstand.

Für den Nachweis der globalen Standsicherheit (im BS-P.2) an Achse XII (Hafendeich) und Achse XI wurde die Potentialverteilung zunächst für drei Zeitpunkten (9, 18 und 34 Tage nach BHW-Scheitel) ausgegeben und untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass kein kritischer hydraulischer Gradient zwischen Sickerlinie im Deich und Außenwasserstand vorliegt und die Nachweise nicht maßgebend sind. Für die weiteren Achsen wurde in der Bemessungssituation BS-P.2 deshalb nur noch der ungünstigste Zustand nach 34 d betrachtet. Zu diesem Zeitpunkt liegt der geringste Wasserstand und somit die geringsten stützenden Kräfte auf die Außenböschung vor.

Die Ergebnisse der instationären Strömungsberechnung können der Anlage 3 entnommen werden.

4. Nachweise der Tragfähigkeit

Die Grundlage der Standsicherheitsnachweise bilden die jeweiligen Baugrundmodelle für den Untergrund, die geplanten Deichkubaturen sowie die lastfallabhängigen Potentialfelder der betrachteten Bemessungssituationen. Erhöhte Wasserstände infolge von Qualmwasserbildungen wurden nicht berücksichtigt, so dass der gewählte Ansatz auf der sicheren Seite liegt. Die Berechnungen erfolgten unter Ansatz der in Abschnitt 2.2.2 angegebenen Bodenkennwerte für den Untergrund und die Deichmaterialien.

4.1 Globale Standsicherheit

4.1.1 Nachweis gegen Böschungs- und Böschungsgrundbruch

Die Nachweise der Standsicherheit gegen Böschungs- und Böschungsgrundbruch erfolgten für den Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit (GEO-3) mit den dazugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054 [6]. Eine ausreichende Sicherheit gegen Versagen wird eingehalten, wenn folgende Bedingung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt ist:

$$E \leq R$$

E: Resultierende der Einwirkungen

R: Resultierende der Widerstände

Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm GGU STABILITY gemäß DIN 4084 nach dem Lammellenverfahren von Bishop.

In den nachfolgenden Abschnitten und Tabellen sind die ermittelten Ausnutzungsgrade für die betrachteten Deichabschnitte/-achsen zusammengefasst. Die Ergebnisse sind in Anlage 3 dargestellt.

Hafendeich – Achse XII

Wasserstand außen (BS-P.1; BS-A.2): 11,37 m NHN

Wasserstand außen (BS-A.1): 12,37 m NHN

GW-Potential linker Rand (GWL): 9,85 m NHN

Tabelle 4-1: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise Achse XII

Achse XII	BS-P.1	BS-P.2			BS-A.1	BS-A.2	
		t = 9h	t = 18h	t = 34h		Dichtungsversagen	Dränversagen
binnen	0,82	-	-	-	0,72	0,72	0,70
außen	0,72	0,77	0,74	0,73	0,50	0,69	0,57

Für den geplanten Deichquerschnitt konnten in allen untersuchten Bemessungssituationen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungs- bzw. Böschungsgrundbruch nachgewiesen werden.

Altstadtdeich – Achse XI

Wasserstand außen (BS-P.1; BS-A.2): 11,40 m NHN

Wasserstand außen (BS-A.1): 12,40 m NHN

GW-Potential linker Rand (GWL): 10,60 m NHN

Tabelle 4-2: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise Achse XI

Achse XII	BS-P.1	BS-P.2			BS-A.1	BS-A.2	BS-A.2
		t = 9h	t = 18h	t = 34h		Dichtungsversagen	Dränversagen
binnen	0,89	-	-	-	0,82	0,84	0,81
außen	0,68	0,67	0,73	0,75	0,52	0,57	0,56

Für den geplanten Deichquerschnitt konnte zunächst insbesondere durch Auftriebsprobleme keine ausreichende Standsicherheit nachgewiesen werden.

Durch eine binnenseitig angeordnete Druckentlastung (Sickerschlitz; B/H ca. 3,0/3,5 m) in Kombination mit einer zusätzlichen Bodenauflast (B/H = 4,0/0,6 m) vor dem Deichfuß konnten schließlich in allen untersuchten Bemessungssituationen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungs- bzw. Böschungsgrundbruch eingehalten werden.

Altstadtdeich – Achse IX

Wasserstand außen (BS-P.1; BS-A.2): 11,45 m NHN

Wasserstand außen (BS-A.1): 12,45 m NHN

GW-Potential linker Rand (GWL): 8,50 m NHN

Tabelle 4-3: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise Achse IX

Achse XII	BS-P.1	BS-P.2			BS-A.1	BS-A.2	BS-A.2
		t = 9h	t = 18h	t = 34h		Dichtungsversagen	Dränversagen
binnen	0,81	-	-	-	0,71	0,73	0,70
außen	0,67	-	-	0,70	0,52	0,56	0,55

Für den geplanten Deichquerschnitt konnten in allen untersuchten Bemessungssituationen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungs- bzw. Böschungsgrundbruch nachgewiesen werden.

Altstadtdeich – Achse VI

Wasserstand außen (BS-P.1; BS-A.2): 11,50 m NHN

Wasserstand außen (BS-A.1): 12,50 m NHN

GW-Potential linker Rand (GWL): 9,35 m NHN

Tabelle 4-4: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise Achse VI

Achse XII	BS-P.1	BS-P.2			BS-A.1	BS-A.2	BS-A.2
		t = 9h	t = 18h	t = 34h		Dichtungsversagen	Dränversagen
binnen	0,72	-	-	-	0,64	0,69	0,68
außen	0,66	-	-	0,67	0,52	0,53	0,55

Für den geplanten Deichquerschnitt konnte zunächst insbesondere durch Auftriebsprobleme keine ausreichende Standsicherheit nachgewiesen werden.

Durch eine binnenseitig angeordnete Druckentlastung (Sickerschlitz; B/H ca. 3/1,5 m) in Kombination mit einer zusätzlichen Bodenauflast (B/H = 4,0/0,5 m) vor dem Deichfuß konnten schließlich in allen untersuchten Bemessungssituationen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungs- bzw. Böschungsgrundbruch eingehalten werden.

Altstadtdeich – Achse I

Wasserstand außen (BS-P.1; BS-A.2): 11,50 m NHN

Wasserstand außen (BS-A.1): 12,50 m NHN

GW-Potential linker Rand (GWL): 10,10 m NHN

Tabelle 4-5: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise Achse I

Achse XII	BS-P.1	BS-P.2			BS-A.1	BS-A.2	
		t = 9h	t = 18h	t = 34h		Dichtungsversagen	Dränversagen
binnen	0,78	-	-	-	0,71	0,72	0,69
außen	0,67	-	-	0,66	0,50	0,57	0,56

Für den geplanten Deichquerschnitt konnte zunächst insbesondere durch Auftriebsprobleme keine ausreichende Standsicherheit nachgewiesen werden.

Durch eine zusätzliche Bodenaufkast (B/H = 4,0/0,5 m) vor dem binnenseitigen Deichfuß konnten schließlich in allen untersuchten Bemessungssituationen ausreichende Sicherheiten gegen Böschungs- bzw. Böschungsgrundbruch eingehalten werden. Konstruktiv wird ein ca. 65 m langer Sickerschlitz (B/H = 2,0/2,0 m) parallel zum Deichfuß vorgesehen, um mögliches Sickerwasser/Qualmwasser in das nördliche Grabensystem abzuführen.

4.1.2 Nachweis gegen Gleiten

Bei Deichen auf Schichten geringer Scherfestigkeit ist gemäß DIN 19712 der Nachweis gegen Abschieben (Gleiten) zu führen. Der Nachweis erfolgt im Grenzzustand GEO-2 mit den dazugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054 [6]. Zur Einhaltung einer ausreichenden Sicherheit gegen Gleiten ist nachzuweisen, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$T_d \leq R_{t,d} + E_{pt,d}$$

T_d : Bemessungswert der Beanspruchung parallel zur Gleitfläche

$R_{t,d}$: Bemessungswert des Gleitwiderstandes

$E_{pt,d}$: Bemessungswert des passiven Erddrucks (nicht vorhanden, da Gleitfuge in Aufstandsfläche angenommen wird)

Im vorliegenden Fall stellt der horizontale Wasserdruck $W_{h,k}$ auf den Deich die Beanspruchung dar. Dieser entgegen wirken das Eigengewicht des Deiches G_k und der vertikale Wasserdruck W_v .

Der Gleitwiderstand ermittelt sich damit wie folgt:

$$R_{d,k} = (G_k + W_v) \cdot \tan \varphi'_k / \gamma_{R,h}$$

Daraus folgt letztlich der Nachweis der Gleitsicherheit ohne Berücksichtigung des passiven Erddrucks zu:

$$W_h \cdot \gamma_G \leq (G_k + W_v) \cdot \tan \varphi'_k / \gamma_{R,h}$$

γ_G : Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen im Grenzzustand GEO-2

φ'_k : maßgebender Reibungswinkel entlang der Gleitfläche

$\gamma_{R,h}$: Teilsicherheitsbeiwert für den Gleitwiderstand im Grenzzustand GEO-2

Als ungünstigste Gleitfläche wird die Fuge Stützkörper / Auelehm in der Berechnung angesetzt. Die Nachweisführung kann der Anlage 5 entnommen werden. Der Gleitnachweis wurde für die permanente (BS-P.1) und außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A.1) an zwei Querschnitten des Altstadtdeichs geführt, die repräsentativ für die gesamten Neubautrasse sind:

- Achse I:
Achse mit der geringster Deichquerschnittsfläche, wodurch sich die geringsten (Eigen-)Lasten auf der Widerstandseite ergeben.
- Achse XI:
Achse mit der größten Differenz zwischen Deichkrone und GOK, wodurch sich die größten Lasten auf der Einwirkungsseite ergeben.

An beiden Achsen wurden die Nachweise mit ausreichenden Sicherheiten erbracht. Der Ausnutzungsgrad ist so gering, dass die Gleitsicherheit für den Hafendeich (Achse XII), insbesondere da dort Auesand in der unmittelbaren Aufstandsfläche ansteht, ohne expliziten Nachweis ebenso gegeben ist.

Tabelle 4-6: Ausnutzungsgrade Gleitnachweis

Bemessungsprofil	Ausnutzungsgrad	
	BS-P.1	BS-A.1
Achse XI	0,25	0,30
Achse XI	0,29	0,32

4.2 Lokale Standsicherheit

4.2.1 Böschungen

Die lokale Standsicherheit der Böschungen kann nach MSD [10] durch den vereinfachten Ansatz böschungparalleler Gleitflächen berechnet werden. Bei Deichen aus nichtbindigem Böden wird eine ausreichende Sicherheit eingehalten, wenn gilt:

$$\tan \beta \leq \tan \phi'_d \quad \text{oberhalb der Sickerlinie}$$

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

Hierbei ist ϕ'_d der Bemessungswert des Reibungswinkels und β der Böschungswinkel.

Der Nachweis wurde für das Stützkörpermaterial der Deiche geführt. Die Oberbodenschicht ist wegen der Durchwurzelung hinsichtlich der lokalen Standsicherheit nicht relevant. Wie der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen ist, konnte eine ausreichende lokale Standsicherheit der Böschungen nachgewiesen werden.

Tabelle 4-7: Ausnutzungsgrade lokale Standsicherheit der Böschung

BS	β (1:3)	$\tan \beta$	ϕ'_k	γ_ϕ	$\tan \phi'_d$	Nachweis
BS-P	18,43°	0,333	32,5°	1,25	0,488	erbracht
BS-A	18,43°	0,333	32,5°	1,10	0,567	erbracht

Der Nachweis unterhalb der Sickerlinie kann entfallen, da sich der Austrittspunkt der Sickerlinie infolge des landseitig angeordneten Filterfußes (auch im Versagensfall BS-A.2) an allen betrachteten Bemessungsprofilen am Böschungsfuß einstellt.

4.2.2 Spreizsicherheit am Böschungsfuß

Unzulässige Spreizverformungen am Deichfuß können bei Deichschüttungen insbesondere auf bindigem Untergrund auftreten, wenn die horizontalen Reibungskräfte in der Deichaufstandsfläche kleiner sind als die in Böschungsrichtung wirkenden Anteile der Gewichtskraft des maßgebenden Böschungskeils.

Bei den untersuchten Deichanlagen steht z.T. Auelehm in der Aufstandsfläche an, weshalb der Nachweis zur Aufnahme der Spreizspannungen im Folgenden erbracht wird.

Der Nachweis wird durch Böschungsbruchberechnungen unter Ansatz von polygonalen Gleitflächen nach Janbu mit einem Lamellenverfahren geführt. In den meisten Fällen werden diese Bruchmechanismen bereits hinreichend genau mit tiefliegenden Kreisgleitflächen (s. Abschnitt 4.1.1) erfasst.

Die Nachweisführung erfolgt für die Bemessungssituationen BS-P.1 (BHW) und BS-A.2 (Dichtungs- und Dränversagen). Der Nachweis am binnenseitigen Deichfuß maßgebend.

Für die betrachteten Bemessungssituationen wurde eine Variation von Gleitkörpern mit Bruchfugen im Deichaufbau und an der Deichaufstandsebene untersucht. In Anlage 6 ist der ungünstigste Gleitkörper nach dem Teilsicherheitskonzept EC 7 [5] dargestellt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 4-8: Ausnutzungsgrade Spreizsicherheit am Böschungsfuß

Bemessungsprofil	Ausnutzungsgrad		
	BS-P.1	BS-A.2 (Dichtung)	BS-A.2 (Drän)
Achse XII	0,87	0,75	0,72
Achse XI	0,79	0,76	0,73
Achse IX	0,78	0,72	0,66
Achse VI	0,73	0,71	0,66
Achse I	0,79	0,71	0,72

Es wurden ausreichende Sicherheiten gegen Spreizen am Böschungsfuß nachgewiesen.

4.3 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch

Nach DIN 1054 [6] erfolgt der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch für die Grenzzustände UPL bzw. HYD. Die Nachweise sind zu führen, wenn der Boden unter der Einwirkung aufwärts gerichteter hydrostatischer Wasserdruckkräfte steht (Nachweis Aufschwimmen) bzw. der Boden vertikal (von unten nach oben) durchströmt wird (hydraulischer Grundbruch).

Für den Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist die nachfolgende Bedingung einzuhalten:

$$G_{dst,k} \cdot Y_{G,dst} + Q_{dst,k} \cdot Y_{Q,dst} \leq G_{stb,k} \cdot Y_{G,stb} + T_k \cdot Y_{G,stb}$$

Mit den charakteristischen Werten

- $G_{dst,k}$: ständige, destabilisierende Einwirkung z.B. hydrostatische Auftriebskraft
- $Q_{dst,k}$: ungünstige veränderliche Einwirkung in vertikale Richtung
- $G_{stb,k}$: ständige, stabilisierende vertikalen Einwirkungen
- T_k : eventuell zusätzlich einwirkende stabilisierende Scherkraft (hier nicht relevant)

Für den hydraulischen Grundbruch gilt:

$$S'_k \cdot \gamma_H \leq G'_k \cdot \gamma_{G, stb}$$

S'_k : charakteristischer Wert der Strömungskraft

G'_k : charakteristischer Wert der Gewichtskraft unter Auftrieb

Die für den Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen notwendige artesische Druckhöhe und der für die Ermittlung der hydraulischen Grundbruchsicherheit erforderliche hydraulische Gradient wurden dem jeweiligen Potentialliniennetz des Berechnungsprofils entnommen. Die Angaben zur hydrostatischen Auftriebskraft, zur Strömungskraft sowie zur Bodeneigenlast wurden mit dem Programm GGU-UPLIFT, Version 7.00, ermittelt.

Bei den Berechnungen wurde ein vertikales Bodenelement am binnenseitigen Deichfuß für die Bemessungssituationen BS-P.1, BS-A.1 und BS-A.2 betrachtet. In den geohydraulischen Berechnungen der Bemessungssituation BS-P.2 (Anlage 3) kommt es am wasserseitigen Deichfuß sowie unterhalb der Auelehmschicht zu keinen auftreibenden Porenwasserüberdrücken. Die Nachweise gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch werden im BS-P.2 somit nicht maßgebend und können vernachlässigt werden.

Die Berechnungsergebnisse sind in der Anlage 7 dargestellt und in Tabelle 4-9 zusammengefasst. Die Nachweise gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch wurden mit ausreichenden Sicherheiten erbracht.

Tabelle 4-9: Ausnutzungsgrade Auftriebs- und hydraulische Grundbruchnachweise

Bemessungsprofil	BS-P.1		BS-P.2		BS-A.1		BS-A.2 Dichtung		BS-A.2 Drän	
	UPL	HYD	UPL	HYD	UPL	HYD	UPL	HYD	UPL	HYD
Achse XII	0,87	0,78	-	-	0,89	0,83	0,84	0,69	0,83	0,67
Achse XI	0,92	0,95	-	-	0,9	0,90	0,89	0,86	0,88	0,85
Achse IX	0,89	0,81	-	-	0,88	0,80	0,85	0,71	0,85	0,71
Achse VI	0,79	0,85	-	-	0,79	0,82	0,84	0,91	0,77	0,78
Achse I	0,89	0,95	-	-	0,89	0,92	0,87	0,87	0,86	0,85

4.4 Nachweis der Anfangsstandsicherheit

Die bisher geführten Nachweise gehen von dränierten Verhältnissen der bindigen Bodenschichten im Baugrund aus. Im Zuge des Altstadtdeichs werden beträchtliche Lasten in den Baugrund eingeleitet, wodurch es zur Konsolidation der bindigen Bodenschichten kommt. Bis zum Abschluss der Konsolidation muss mit undränierten bzw. zumindest nicht vollständig dränierten Verhältnissen im Baugrund ausgegangen werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil der Setzungen bereits während der Bau-phase auftreten und im Baugrund somit relativ schnell dränierte Verhältnisse vorliegen. Auf der sicheren Seite liegend wurden dennoch Böschungsbruchberechnungen zum Nachweis der Anfangsstandsicherheit mit undränierten Scherparametern für den Altstadtdeich vorgenommen. Hierfür wurden zwei Berechnungen je Achse in den bisher maßgebenden Bemessungssituationen (BS-P.1 und BS-A.2 Dichtungsversagen) durchgeführt. Für den Hafendeich kann der Nachweis der Anfangsstandsicherheit aufgrund der geringen Zusatzlasten vernachlässigt werden. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle und Anlage 8 festgehalten.

Tabelle 4-10: Ausnutzungsgrade Böschungs- und Grundbruchnachweise im undrÄnierten Zustand

Bemessungsprofil	Ausnutzungsgrad	
	BS-P.1	BS-A.2 (Dichtung)
Achse XI	0,92	0,87
Achse IX	0,88	0,83
Achse VI	0,73	0,69
Achse I	0,77	0,71

5. Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

5.1 Setzungen/Verformungen

5.1.1 Allgemeines

Die im Zuge der Erhöhung des Hafendeichs und des Altstadtdeichs aufgebrauchten Bodenmengen (Zusatzlasten) verursachen Setzungen im anstehenden Untergrund. Nach Abklingen der Setzungen dürfen die erforderlichen Sollhöhen nicht unterschritten werden. Daher werden entsprechende Überhöhungen der Deichkörper vorgesehen.

Grundsätzlich sind Setzungen abhängig vom Baugrundaufbau (Lage/Dicke sowie Verformungsverhalten/Steifemoduli von Bodenschichten) und der Art der Belastung (Ausdehnung, Höhe und Liegezeit der Belastung). Im vorliegenden Fall variieren sowohl der Baugrundaufbau als auch die Art der Belastung (Hafendeich/Altstadtdeich). Hinsichtlich des Setzungsverhaltens sind vor allem die Weichschichten relevant, nicht bindige Böden sind hingegen wenig setzungsrelevant.

Die Setzungsermittlung wird für die nach [1] definierten 12 Bemessungsprofile durchgeführt. Die Bemessungsprofile und damit die ermittelten Setzungen gelten jeweils bis zur Hälfte des Abstandes zwischen zwei Bemessungsprofilen, dies sind in etwa 200 m.

5.1.2 Berechnungsmodell

Die Ermittlung der (Primär-)Setzungen erfolgt mit dem Programm *GGU SETTLE* Version 6.05. Das Programm berechnet die Spannungen und Verformungen im Boden nach der Theorie des elastisch-isotropen Halbraums gemäß DIN 4019 [7]. Hierbei wird die Lastausbreitung einer schlaffen Rechtecklast im geschichteten Untergrund unter Berücksichtigung der Größe der Lastfläche sowie der Tiefenlage und Mächtigkeit der setzungsrelevanten Bodenschichten betrachtet. Je weiter ausgeht und je höher eine Flächenlast ist, desto tiefer wirkt sich diese in den Baugrund aus. Ebenso wirken hochliegende und mächtige Weichschichten sich stärker auf die Setzungen aus als tiefliegende und geringmächtige Weichschichten.

Gemäß DIN 4019 [7] sind die Setzungen des Untergrunds bis zur Grenztiefe (auch Setzungseinflusstiefe genannt) zu berechnen. Die für die Setzungsermittlung maßgebende Grenztiefe darf in der Tiefe angenommen werden, in der die lotrechte Zusatzspannung aus der mittleren setzungswirksamen Belastung 20 % der wirksamen lotrechten Ausgangsspannung des Bodens beträgt. Dies wird in *GGU SETTLE* ebenfalls berücksichtigt.

Die Größe der zu erwartenden Sekundärsetzungen lassen sich mit *GGU-SETTLE* nicht berechnen. Für eine analytische Berechnung der Sekundärsetzungen sind Baugrundkennwerte aus Langzeitsetzungsversuchen erforderlich. Diese liegen dem geotechnischen Bericht jedoch nicht zugrunde. Aus diesem Grund werden die Sekundärsetzungen sowie Setzungen, die sich aus einer Überhöhung ergeben, über einen Sicherheitszuschlag von 10 cm gemäß [9] berücksichtigt.

5.1.3 Setzungswirksame Belastung

Als setzungswirksame Belastung sind lediglich die ständigen Einwirkungen in Form der Eigenlast des aufzutragenden Materials (Altstadtdeich und Erhöhung) zu berücksichtigen. Veränderliche Lasten, wie z.B. Verkehrslasten oder Lasten aus Hochwasser, sind aufgrund der kurzen Einwirkungszeit nicht setzungswirksam und können entsprechend vernachlässigt werden.

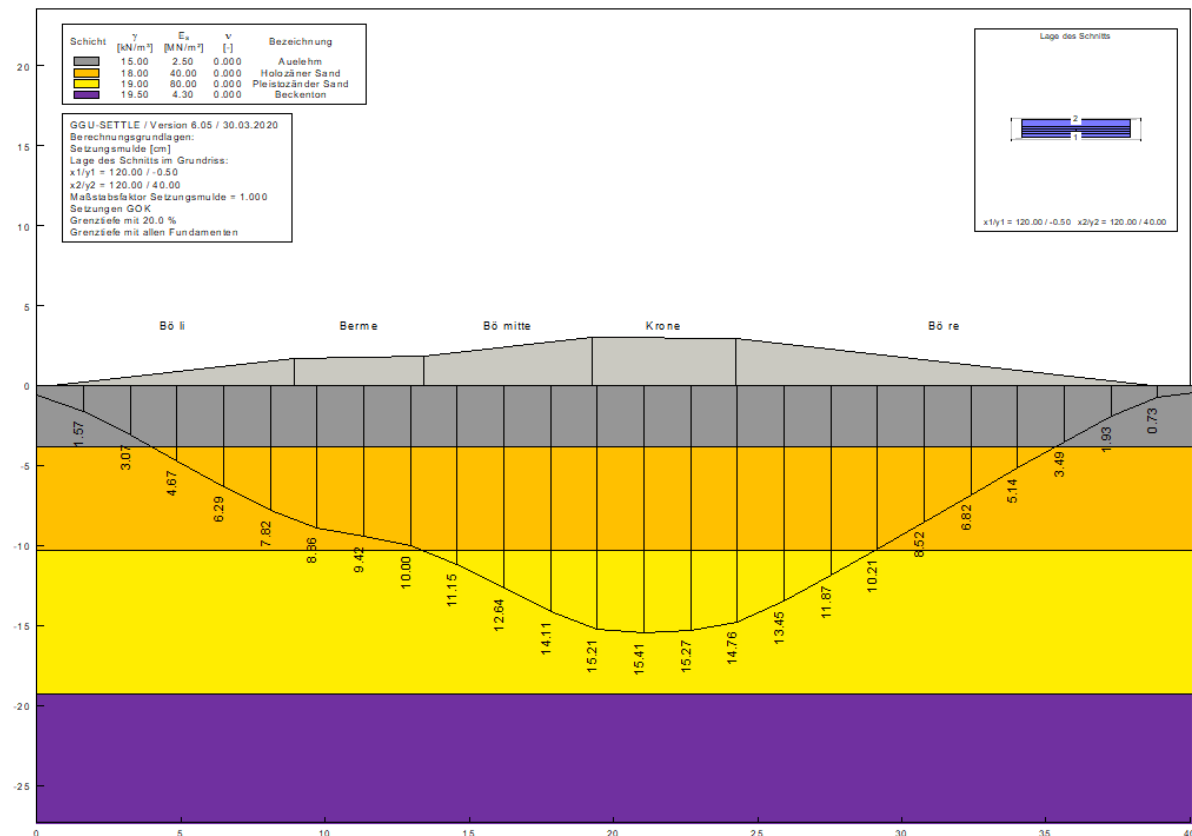
Die Eigenlast des Altstadtdeichs variiert aufgrund unterschiedlicher Geländehöhen und Deich-Sollhöhen entlang der verschiedenen Bemessungsprofile. Darüber hinaus ist die setzungswirksame Belastung zudem nicht gleichmäßig über den Deichquerschnitt verteilt.

Zur Berechnung mit *GGU SETTLE* wurde der Deichquerschnitt entlang der Neubautrasse vereinfacht in fünf Teilbereiche aufgeteilt (s. folgende Abbildung): landseitige Böschung bis zur Berme

(in GGU SETTLE als „Bö li“ abgekürzt), Berme, Böschung zwischen Berme und Krone („Bö mitte“), Krone und wasserseitige Böschung („Bö re“). Die unterschiedlichen Geländehöhen und Deich-Sollhöhen wurden bei der Eingabe der setzungswirksamen Belastung berücksichtigt. Die wesentlichen Geometrieangaben und resultierenden Lasten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5-1: Eingangparameter für die Setzungsberechnung

Achse	Deichgeometrie [m]							Setzungswirksame Spannungen [kN/m ²]			
	GOK	Breite Böschung land	Höhe Berme links	Höhe Berme rechts	Höhe Krone links	Höhe Krone rechts	Breite Böschung wasser	Berme links	Berme rechts	Krone links	Krone rechts
I	7,97	7,59	10,50	10,68	12,62	12,50	13,59	48,07	51,49	88,35	86,07
II	7,54	8,89	10,50	10,68	12,62	12,50	14,89	56,30	59,72	96,58	94,30
III	7,13	10,10	10,50	10,68	12,62	12,50	16,10	63,97	67,39	104,25	101,97
IV	7,01	10,47	10,50	10,68	12,62	12,50	16,47	66,31	69,73	106,59	104,31
V	7,10	10,19	10,50	10,68	12,62	12,50	16,19	64,54	67,96	104,82	102,54
VI	6,49	12,04	10,50	10,68	12,62	12,50	18,04	76,25	79,67	116,53	114,25
VII	6,40	12,15	10,45	10,63	12,57	12,45	18,15	76,95	80,37	117,23	114,95
VIII	7,43	9,07	10,45	10,63	12,57	12,45	15,07	57,44	60,86	97,72	95,44
IX	7,64	8,44	10,45	10,63	12,57	12,45	14,44	53,45	56,87	93,73	91,45
X	7,43	8,92	10,40	10,58	12,52	12,40	14,92	56,49	59,91	96,77	94,49
XI	6,41	11,97	10,40	10,58	12,52	12,40	17,97	75,81	79,23	116,09	113,81
XII	div.	1,13	8,83	8,97	12,49	12,37	16,54	5,70	5,70	17,10	17,10



5.1.4 Berechnungsergebnisse

Primärsetzung

Die Ergebnisse der Setzungsberechnung mit *GGU-SETTLE* je Achse/Bemessungsschnitt sind der Anlage 9 zu entnehmen. In der folgenden Tabelle ist je Achse die maximale Setzung zusammengefasst. Demnach liegen die maximalen Primärsetzungen entlang der Neubautrasse zwischen ca. 11 bis 44 cm. Infolge der Erhöhung am Hafendeich ist mit Primärsetzungen bis ca. 4 cm zu rechnen.

Sekundärsetzung

Sekundär bzw. Kriechsetzungen treten zeitlich verzögert über einen sehr langen Zeitraum auf und lassen sich nur näherungsweise abschätzen. In Anlehnung an [9] werden die Sekundärsetzungen durch eine Erhöhung der Konsolidationssetzungen um 10 cm berücksichtigt.

Die Abschätzung der Sekundärsetzungen liegt damit auf der sicheren Seite, da diese einen Anteil von mindestens 20 % der Gesamtsetzungen einnehmen, was als plausibel betrachtet wird.

Aufgrund der im Vergleich zum Altstadtdeich nur geringen Zusatzlasten wird der Sicherheitszuschlag am Hafendeich auf 5 cm begrenzt.

Gesamtsetzung/Gesamtüberhöhung

Die Gesamtsetzung aus Primärsetzungen und Sicherheitszuschlag ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Die insgesamt vorgesehene (theoretische) Überhöhung der Deiche zur Kompensation der Setzungen liegt damit zwischen 21 und 54 cm am Altstadtdeich sowie ca. 9 cm am Hafendeich.

Tabelle 5-2: Setzungen entlang der Bemessungsprofile/Achsen (in cm)

Achse	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Primärsetzung	19,0	19,0	15,3	11,3	11,6	17,4	14,5	18,7	15,4	29,3	43,8	3,9
Sicherheitszuschlag	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
Gesamtüberhöhung	29,0	29,0	25,3	21,3	21,6	27,4	24,5	28,7	25,4	39,3	53,8	8,9

5.2 Rissbildungen

Der Großteil der Setzungen wird bereits während der Bauphase auftreten. Aus diesem Grund wird der Einbau von Setzungspegeln empfohlen, um den Setzungsverlauf in der Bauzeit beobachten und ggfs. mit der Sandauflast nachzusteuern.

Nach Abschluss der Bauarbeiten sind keine nennenswerten Verformungen zu erwarten, in deren Folge mit einer kritischen Rissbildung zu rechnen wäre. Die eventuell auftretenden Verformungen sind für den Deichkörper unschädlich und werden durch den Stützkörper ausgeglichen.

6. Nachweis zur Sicherheit gegen Materialtransport

Es werden nach DWA-M 507 [8] grundsätzlich drei Formen des Materialtransportes bei einem üblichen Deichaufbau unterschieden: Kontakterosion an Schichtgrenzen, Suffosion innerhalb eines Erdstoffes und Erosionsgrundbruch am landseitigen Böschungsfuß (Piping).

6.1 Kontakterosion und Suffosion

Bei der Kontakterosion werden die Teilchen eines feineren Bodens an der Schichtgrenze durch die Poren des größeren Bodens transportiert. Dadurch kann es zu einer Auflockerung des Gefüges und Geländesenkungen kommen. Bei dem innerhalb dieser Unterlage betrachteten Hafendeich und Altstadtdeich wird der Nachweis gegen Kontakterosion zwischen Deichstützkörper (Sand) und Deichuntergrund (Auelehm und Auesand) und zwischen Deichstützkörper und binnenseitigem Filterfuß erbracht.

Bei der Suffosion bewegen sich die feineren Partikel eines Erdstoffes im Porenraum des Korngerüsts aus groben Partikeln. Dabei bleibt ein Korngerüst aus groben Partikeln zurück. Das Volumen des betrachteten Bodenelements bleibt zunächst unverändert. Jedoch ist das (ausgewaschene) Korngerüst labil und es kann zu einem Kollaps mit plötzlichen Sackungen kommen.

6.1.1 Deichstützkörper und Filterfuß

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokumentes wurde davon ausgegangen, dass der Altstadtdeich vollständig aus extern geliefertem Stützkörpermaterial hergestellt wird. Aus diesem Grund wurde der inzwischen teilweise vorgesehene Aushubboden des rechten Sudedeichs nicht hinsichtlich seiner Erosionssicherheit nachgewiesen. Es wird, basierend auf den Nachweisergebnissen z.B. des Auesandes (vgl. Abschnitt 6.1.3), davon ausgegangen, dass dieses Material ebenfalls erosions- und suffosionssicher ist. Eine Überprüfung der Sicherheit des Sudedeichmaterials gegen Materialtransport erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Als Stützkörpermaterial wird ein eng gestufter Sand gewählt, dessen Körnungslinie innerhalb des in Abbildung 6-1 dargestellten Körnungsbandes liegt. Gemäß MBB [11] gelten Böden ohne weiteren Nachweis als suffosionssicher, wenn die Ungleichförmigkeitszahl C_u kleiner 8 ist und eine stetige Körnungslinie vorliegt. Beide Kriterien werden erfüllt, womit das gewählte Stützkörpermaterial suffosionssicher ist.

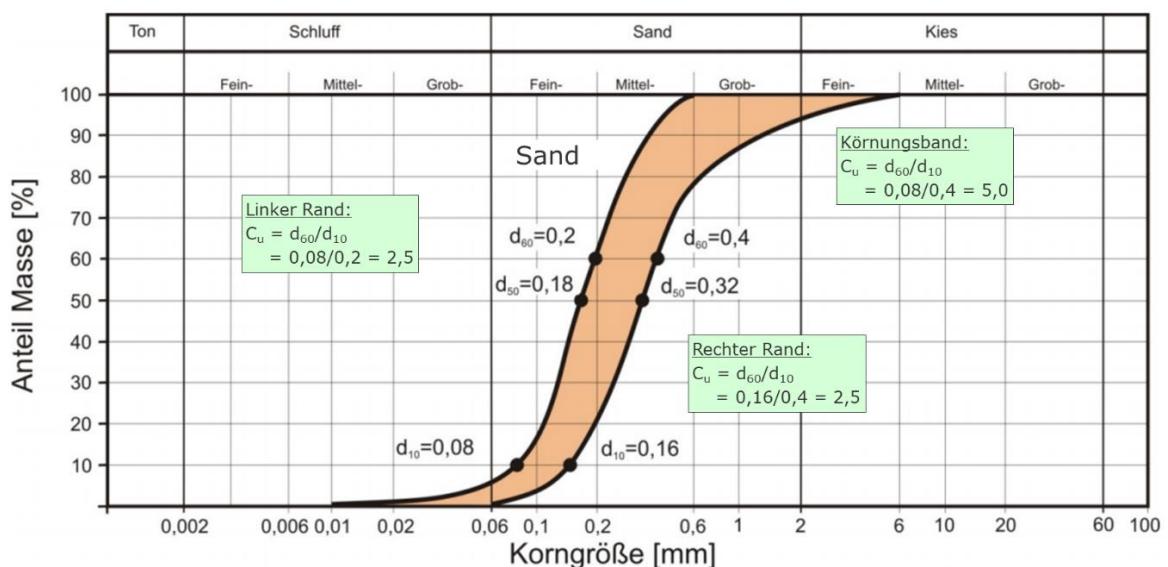


Abbildung 6-1: Körnungsband mit charakteristischen Körnungslinien des eng gestuften Sandes für den Deichstützkörper aus MAK [12]

Der binnenseitige Filterfuß soll sowohl mechanisch (Bodenrückhaltevermögen) als auch hydraulisch (wasserableitend) filterwirksam sein. Die Bemessung der mechanischen Wirksamkeit des Filters erfolgt nach dem Verfahren von Cistin/Ziems [12] mithilfe des linken (feinkörnigen) Randes des Körnungsbandes des Stützkörpermaterials:

Die Ungleichförmigkeitszahl des Filters wird analog zum Stützkörpermaterial mit $C_U = 2,5$ gewählt. Daraus folgt ein zulässiges Abstandsverhältnis von $A_{50,zul} = 12$. Unter Berücksichtigung des $d_{50,B} = 0,18$ mm der linken Körnungslinie des Stützkörpers lässt sich ein d_{50} des Filters zu

$$d_{50,F} = A_{50,zul} \cdot d_{50,B} = 12 \cdot 0,18 = 2,2 \text{ mm ermitteln.}$$

Durch Annahme eines $d_{60,F} = 2,7$ mm ergibt sich durch Umstellen der Ungleichförmigkeitsgleichung

$$d_{10,F} = d_{60,F} / C_U = 2,7 / 2,5 = 1,1 \text{ mm.}$$

Die hydraulische Filterwirksamkeit des binnenseitigen Filterfußes wird anhand des rechten (grobkörnigen) Randes des Körnungsbandes des Stützkörpermaterials bemessen.

Mithilfe des Durchlässigkeitsbeiwertes (nach Hazen, s. [12]) des Stützkörpermaterials

$$k_B = 0,0116 \cdot 0,16^2 \text{ [mm]} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec. (Formel ist nicht dimensionsecht!)}$$

und der Forderung

$$k_F \geq 25 k_B = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/sec}$$

folgt durch Umstellen der Gleichung

$$d_{10,F} = (k_F / 0,0116)^{0,5} = 0,8 \text{ mm.}$$

Mit dem gewählten $C_U = 2,5$ berechnet sich wiederum

$$d_{60,F} = C_U \cdot d_{10,F} = 2,5 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ mm.}$$

Das aus der mechanischen und hydraulischen Bemessung resultierende Körnungsband des Filterfußes ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Aufgrund der gewählten Ungleichförmigkeitszahl und der stetigen Körnungslinie ist der Filterfuß ebenfalls nicht suffosiv.

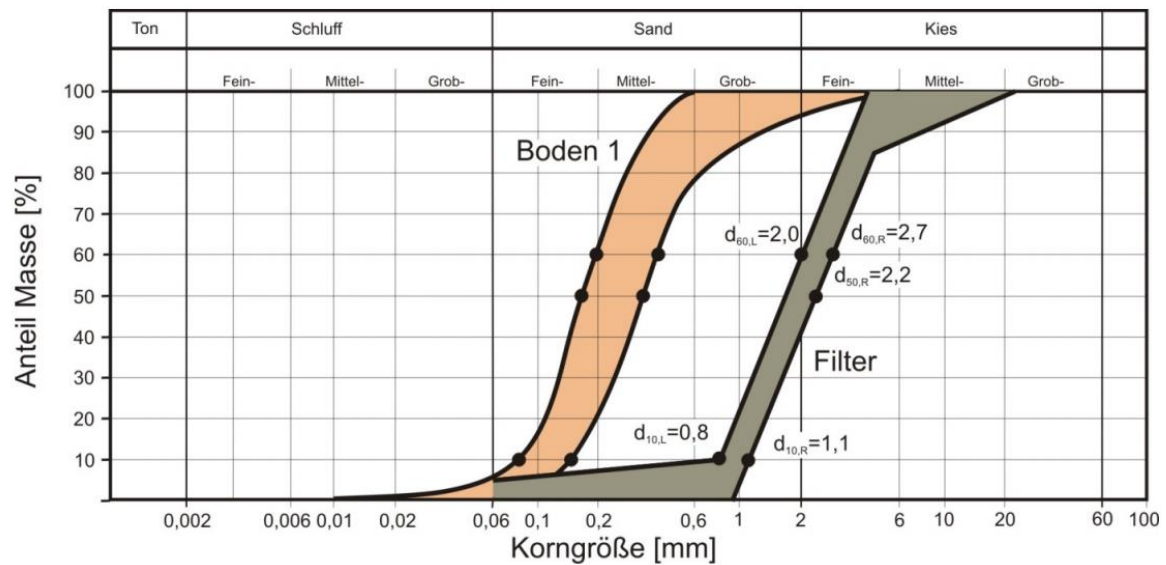


Abbildung 6-2: Körnungsbänder des Sandes für den Deichstützkörper (gelb-orange) und des binnenseitigen Kies-Filterfußes (braun) aus MAK [12]

6.1.2 Auelehm

Bei köhäsiven Böden kann im Allgemeinen nach MBB [11] aufgrund der Fixierung der Bodenpartikel durch die Kohäsionskräfte auf einen Nachweis der Kontakterosion und Suffosion verzichtet werden. Demnach ist der Auelehm im Deichuntergrund als suffusions- und erosionssicher zu betrachten

6.1.3 Auesand

Die charakteristische Körnungslinie ist in Abbildung 6-3 dargestellt. Demnach handelt es sich um einen weitgestuften Sand mit hohem Feinkornanteil. Die Ungleichförmigkeitszahl beträgt $C_U = 56,7$ demnach kann der vereinfachte Suffusionsnachweis nach MBB [11] nicht erbracht werden.

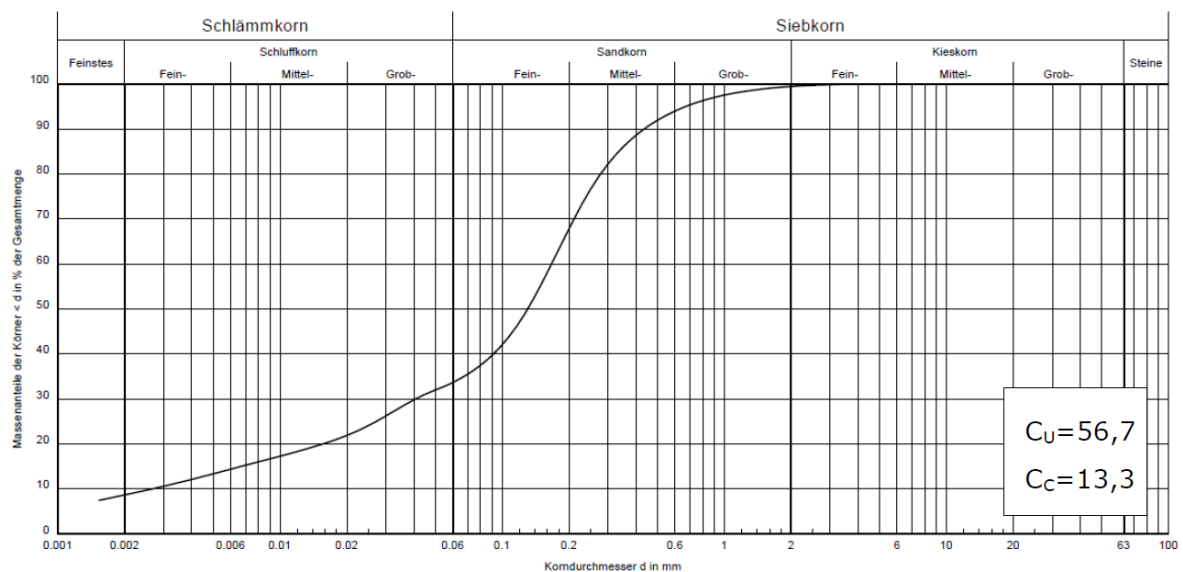


Abbildung 6-3: Körnungsbänder des Sandes für den Deichstützkörper (gelb-orange) und des binnenseitigen Kies-Filterfußes (braun) aus MAK [12]

Stattdessen erfolgt der Nachweis der Suffosionssicherheit mit dem Verfahren nach Burenkova (s. MBB [11]). Mithilfe zweier Faktoren, h' und h'' , wird die Heterogenität eines Bodens beschrieben und als suffosiv oder nicht suffosiv eingestuft (s. Abbildung 6-4):

$$h' = d_{90} / d_{60} = 0,45 / 0,17 = 2,7$$

$$h'' = d_{90} / d_{15} = 0,45 / 0,007 = 64,3$$

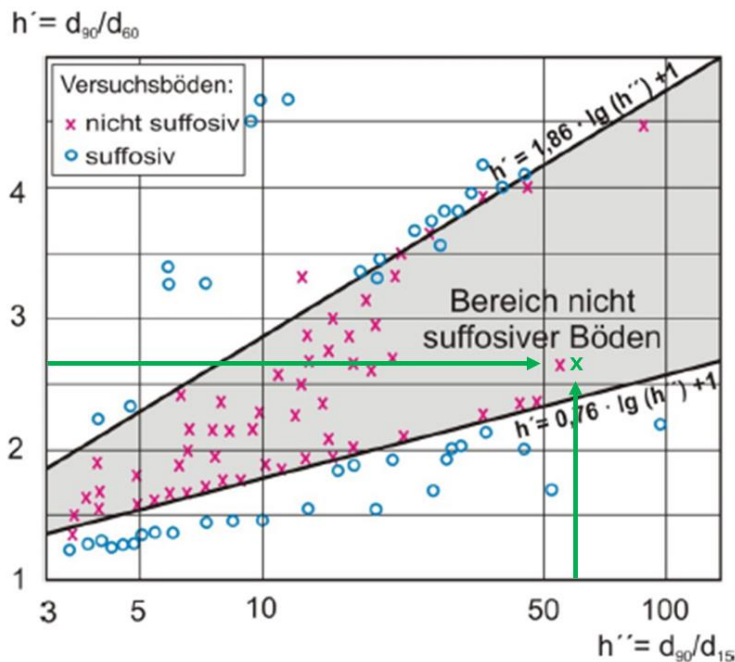


Abbildung 6-4: Darstellungen der Versuchsergebnisse und Grenzkurven von Burenkova im h'' - h' -Diagramm aus MBB [11] inkl. Auftragung des Auesandes

Nach Burenkova ist der Auesand demnach als suffosionssicher einzustufen.

Aufgrund der hohen Ungleichförmigkeit des Auesandes erfolgt der Nachweis gegen Kontakterosion zur Schichtgrenze des Deichstützkörpers mit dem Verfahren nach Lafleur (s. [11]).

Die Sicherheit gegen Kontakterosion nach Lafleur ist gegeben, wenn gilt:

$$d_{F,15} / 5 < d_I$$

Dabei ist d_I der repräsentative Durchmesser des Bodens, der von der Suffosionssicherheit des Bodens und der Form seiner Körnungslinie abhängt. Für den Auesand entspricht $d_I = d_{50} = 0,125$ mm.

Mit einem $d_{F,15} = 0,18$ mm folgt

$$0,18 / 5 = 0,036 < 0,125 \text{ mm}$$

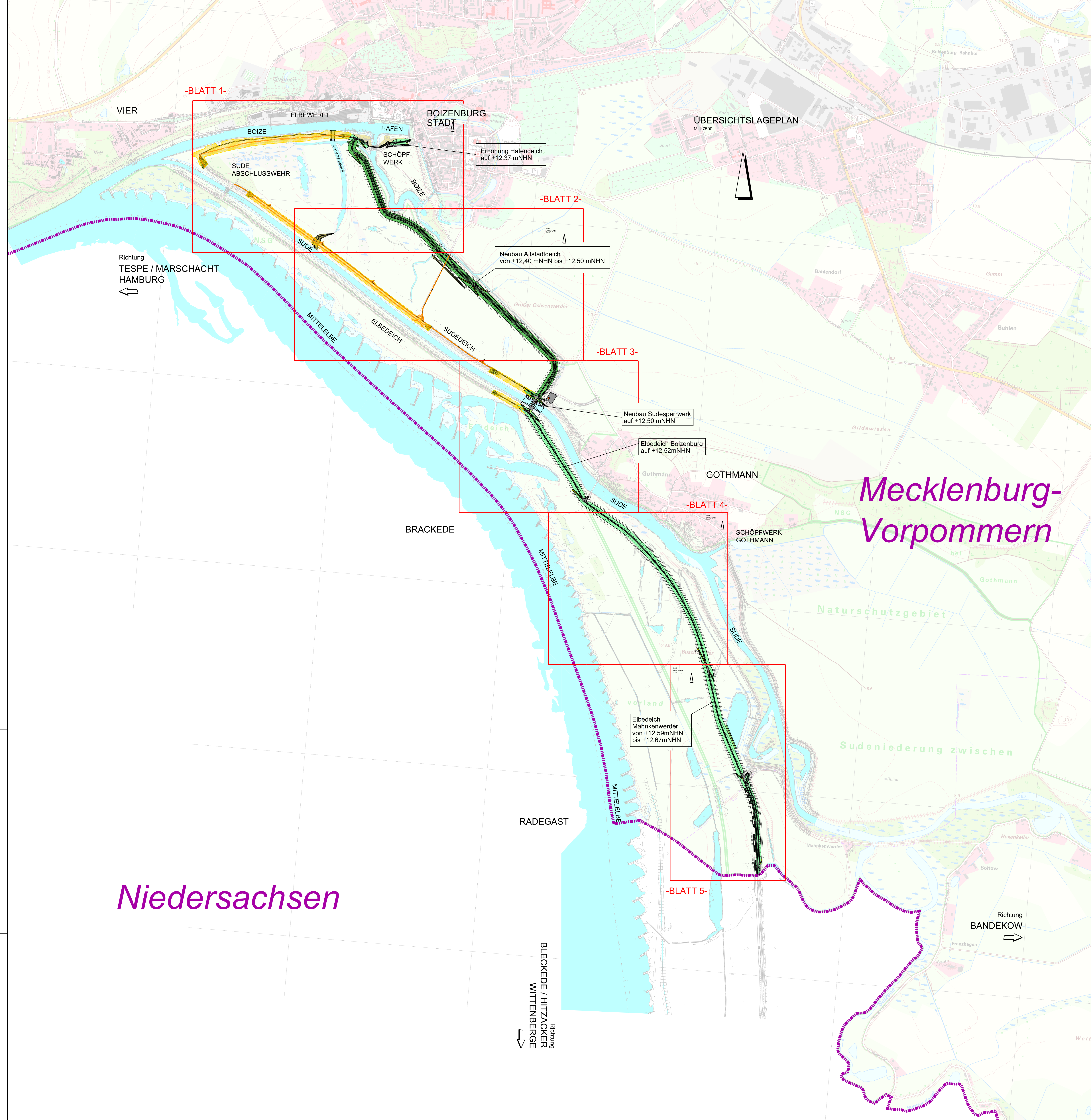
Womit der Nachweis gegen Kontakterosion zwischen Auesand und Stützkörpermaterial in der Deichaufstandsfläche erbracht ist.

6.2 Rückschreitende Erosion (Fugenerosion bzw. Erosionsgrundbruch)

Der Nachweis gegen Piping ist bei Dämmen auf einer oberflächennahen bindigen Schicht, unter deren Schutz eine Fugenerosion entstehen kann und deren Lage einen Abtransport des erodierten Bodens zulässt, notwendig.

Gemäß MMB [11] ist unter der Voraussetzung einer ausreichenden Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen (vgl. Abschnitt 4.3) ein Versagen in Form einer Fugenerosion unter der Deckschicht nicht möglich und muss somit nicht untersucht werden.

ANLAGE 1 - ÜBERSICHTSLAGEPLAN



ÜBERSICHTSLAGEPLAN
M 1:7500

-BLATT 1-

-BLATT 2-

-BLATT 3-

-BLATT 4-

-BLATT 5-

Erhöhung Hafendeich auf +12,37 mNHN

Neubau Altstadtdeich von +12,40 mNHN bis +12,50 mNHN

Neubau Suèdesperwerk auf +12,50 mNHN

Elbendeich Boizenburg auf +12,52mNHN

Elbendeich Mahnkenwerder von +12,59mNHN bis +12,67mNHN

Mecklenburg-Vorpommern

Niedersachsen

Legende:

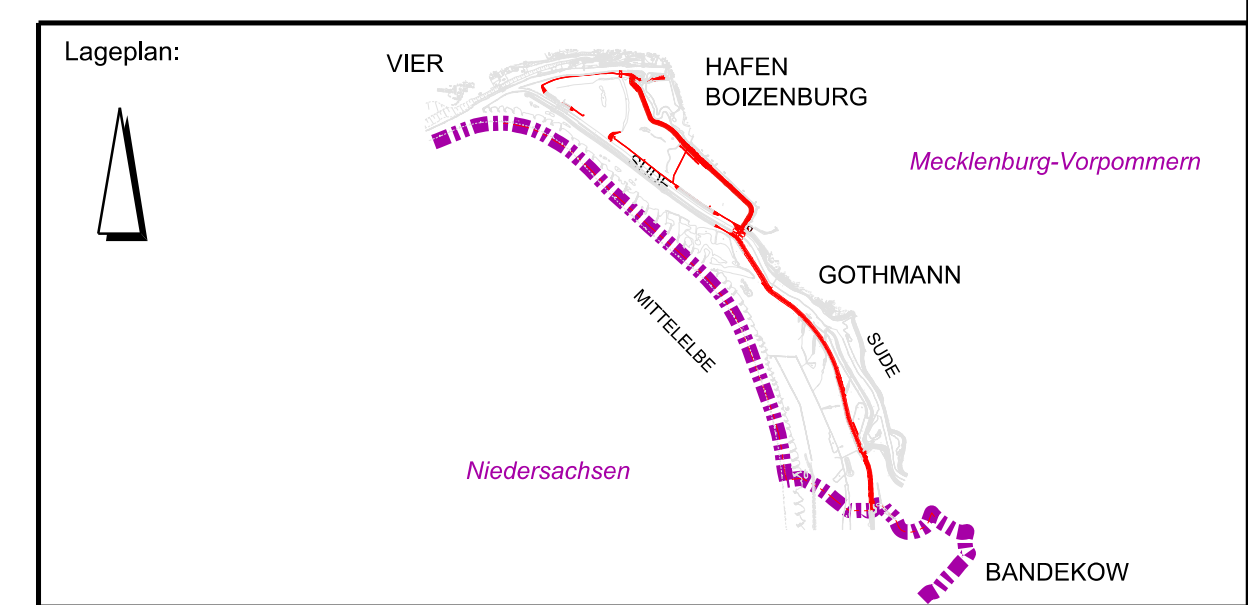
- Bestand aus DBWK
- Grenze zwischen den Bundesländern
- Neubau**
- Planung
- Böschungsfuß
- 5m Deichschutzstreifen
- 10m Deichschutzstreifen
- Wasserflächen
- Deichvorland (ca. 80cm Abtrag zum GDT Einbau)
- Böschung Deichneubau
- Böschung Deicherhöhung
- Bankett
- Gräben und Mulden
- Schotterrasen
- befestigte Wege
- Pflaster
- Bauwerke
- Deckwerk Wasserbausteine (Stelbauwerk, Durchlassbauwerk)
- Rückbau Deichkörper
- Rückbau Wege

Plangrundlagen:

- Digitales Geländemodell DGM 5, LAIV MV, 2016
- Digitale Bundeswasserstraßenkarte DBWK2, WSA Lauenburg, 2017
- Vermessung Hafendeich, Münster und Graf GbR, 2016
- Bestandsplan Elbendeich, WESTA Straßen- und Tiefbau Hagenow GmbH, 2008
- Vermessung Hafendeich Deichneubautrasse, Ingenieurgesellschaft Sieber & Partner mbH, 2017
- Vermessung Elbendeich Mahnkenwerder, Gothmann, Rechter Suèdeich Gothmann-Bandekow Ingenieurgesellschaft Sieber & Partner mbH, 2019

Genehmigung

Index	Änderungen	Datum	Name



Prüfvermerke:

Auftraggeber: Stellbesitz Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg Bleichmühlstr. 13 19053 Schwane	Gezeichnet: Lehmann Bearbeitet: Zinßer Geprüft: Zinßer Datum: 08.10.2021 Hamburg, den (Name und Unterschrift) Baubüro
---	--

Bauwerk / Baumaßnahme:

Hochwasserschutz Boizenburg

Darstellung: Übersichtslageplan

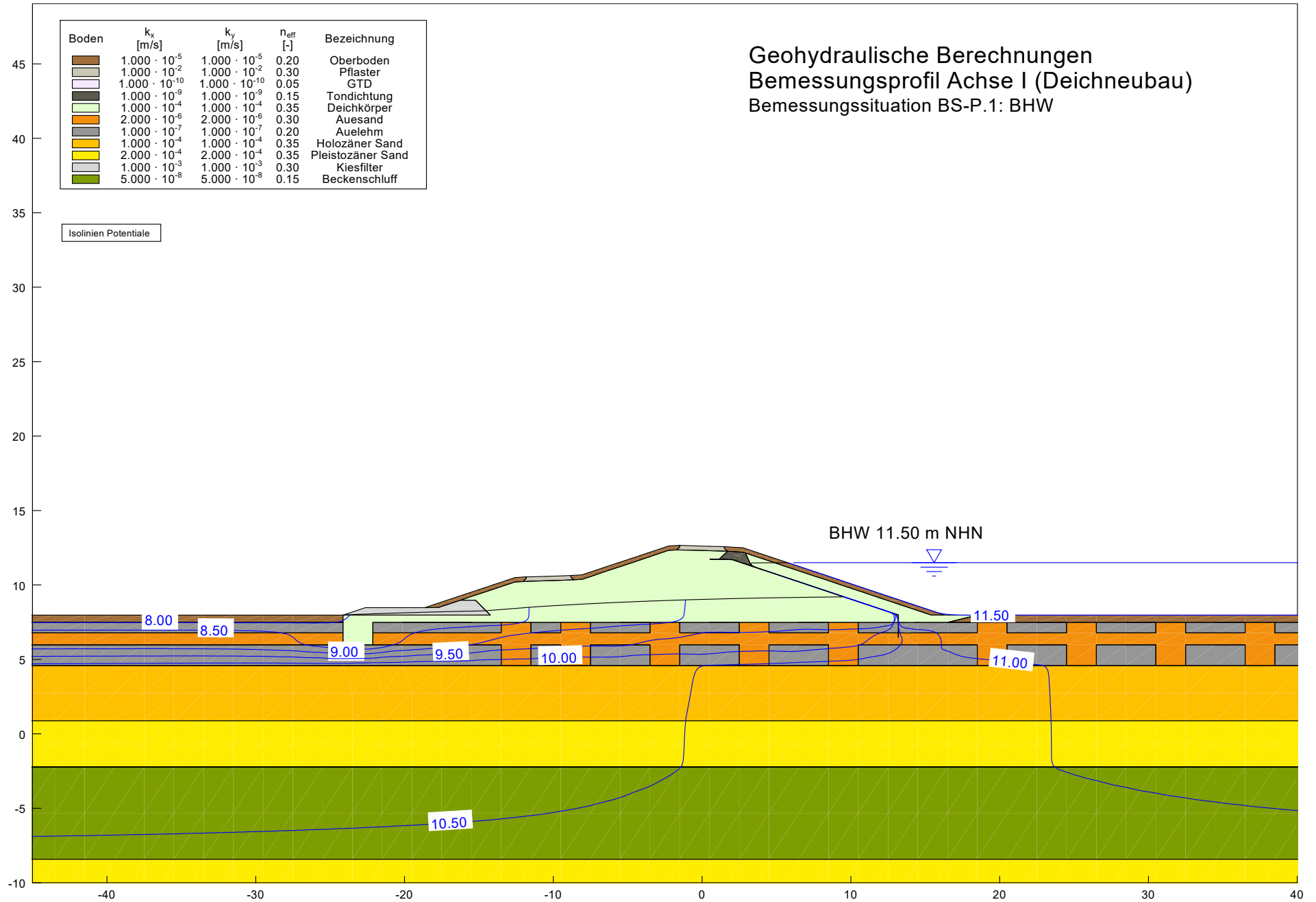
Zeichnung-Nr.: HWSB_GP_PFU_ZEI_ALL_0004	Blattgröße: 841x1000
Maßstab: 1:7500	Höhensystem: DHHN 92
Lagestatus: ETRS89 UTM 33N	CAD System / MicroStation Version V8i SSS

ANLAGE 2 - POTENTIALLINIENVERTEILUNG AUS DEN STATIONÄREN STRÖMUNGSBERECHNUNGEN

Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Green]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Beckenschluff

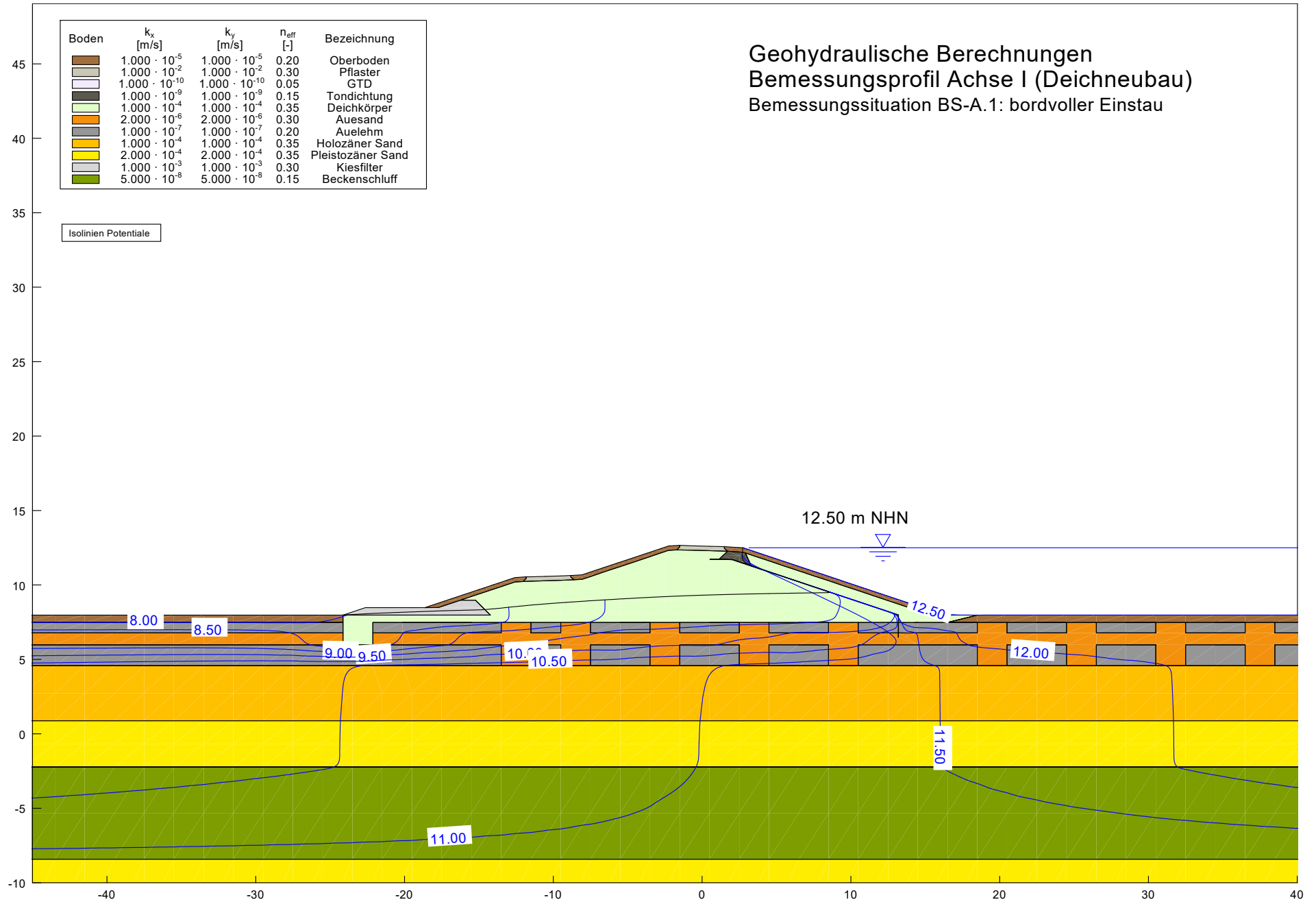
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Dark Green]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Beckenschluff

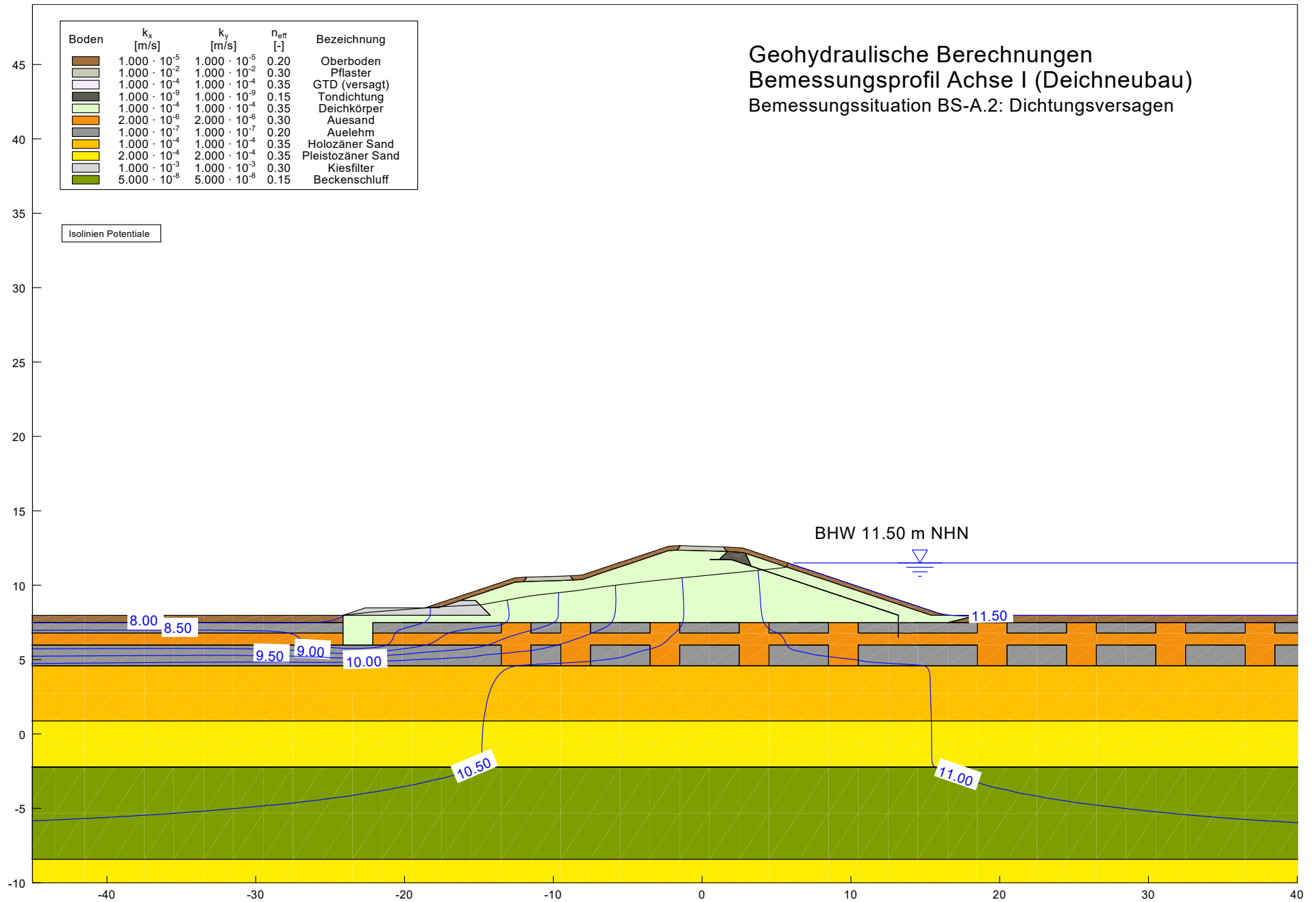
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	GTD (versagt)
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Dark Green]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Beckenschluff

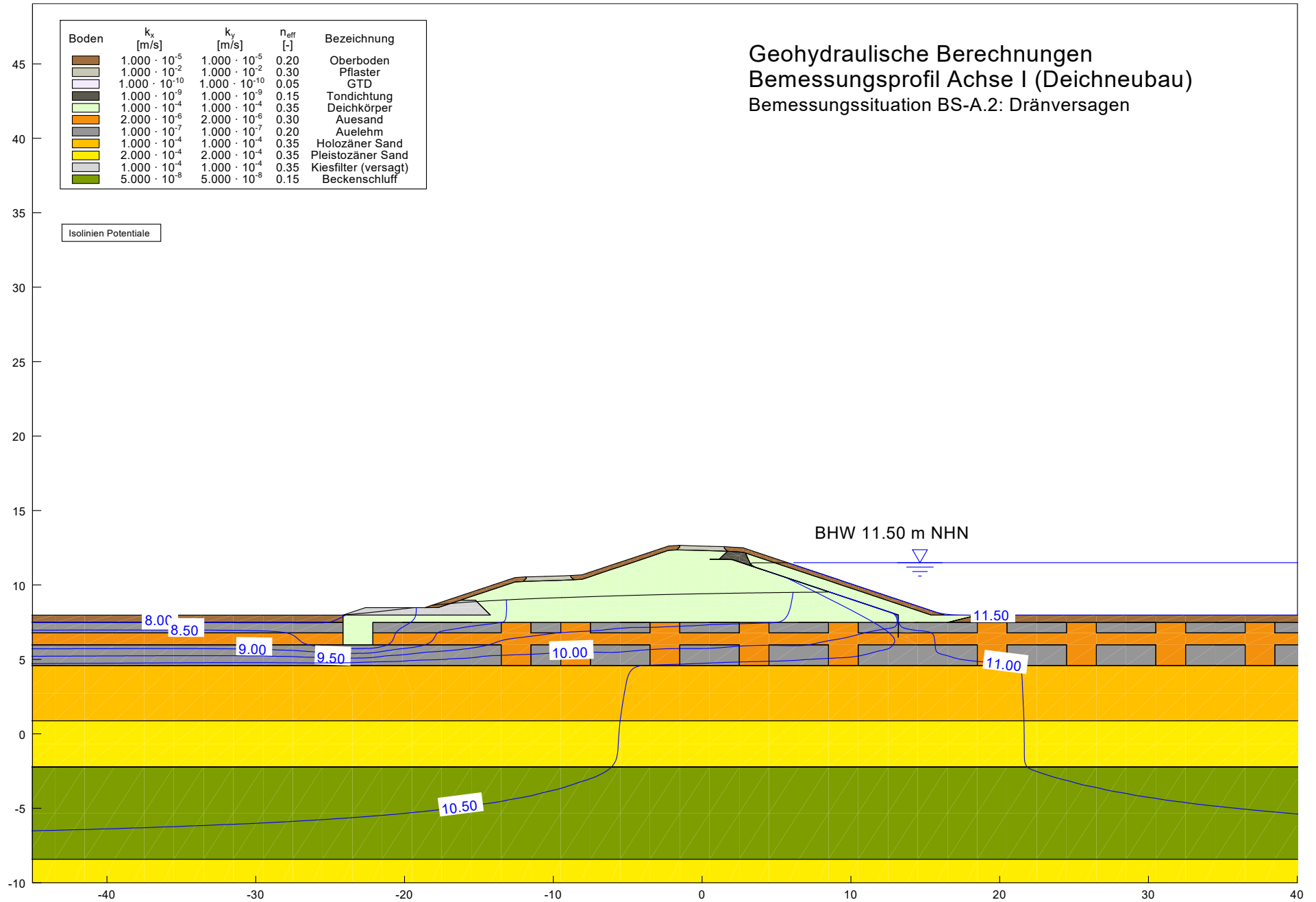
Isolinien Potentiale



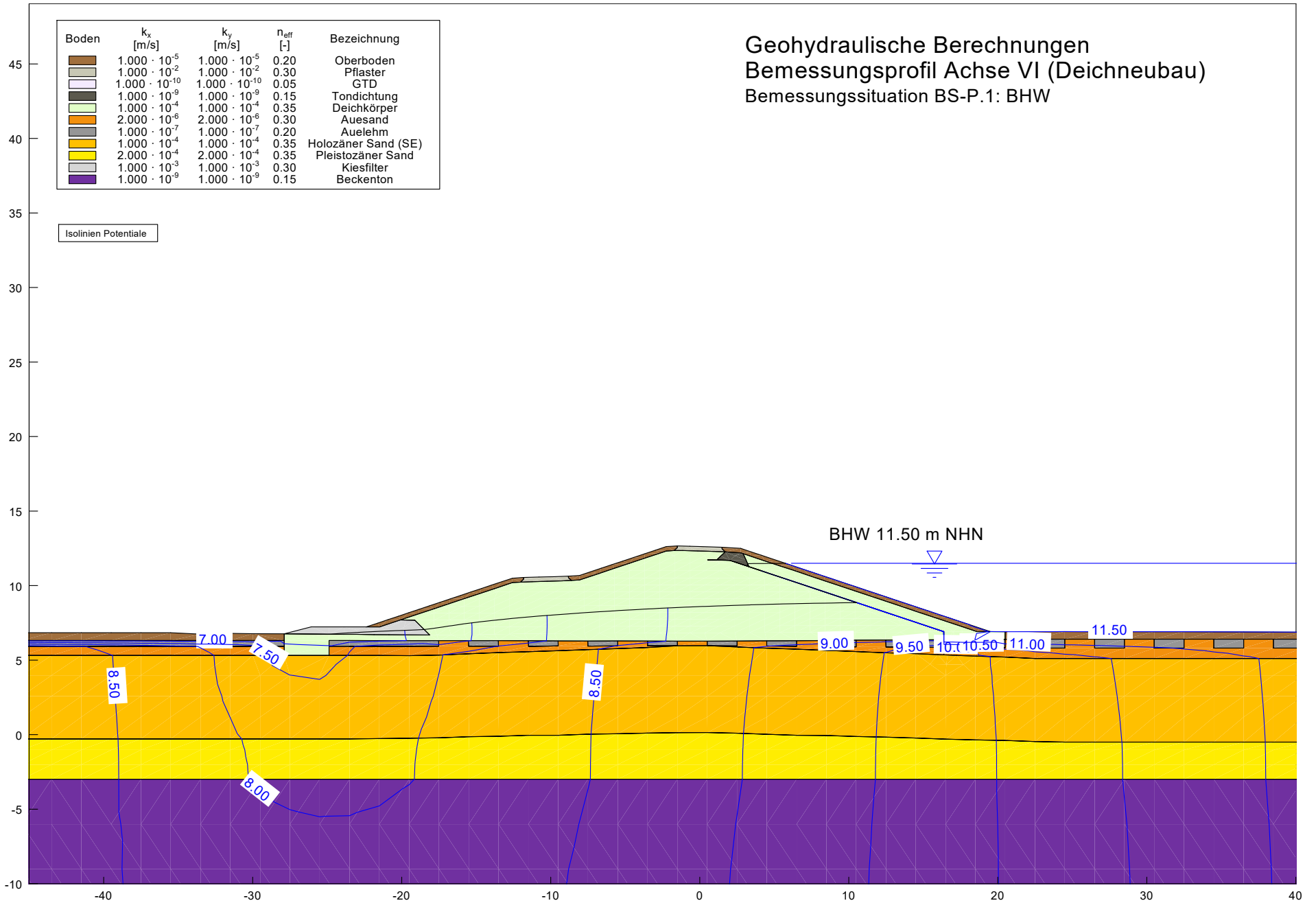
Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Kiesfilter (versagt)
[Dark Green]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Beckenschluff

Isolinien Potentiale



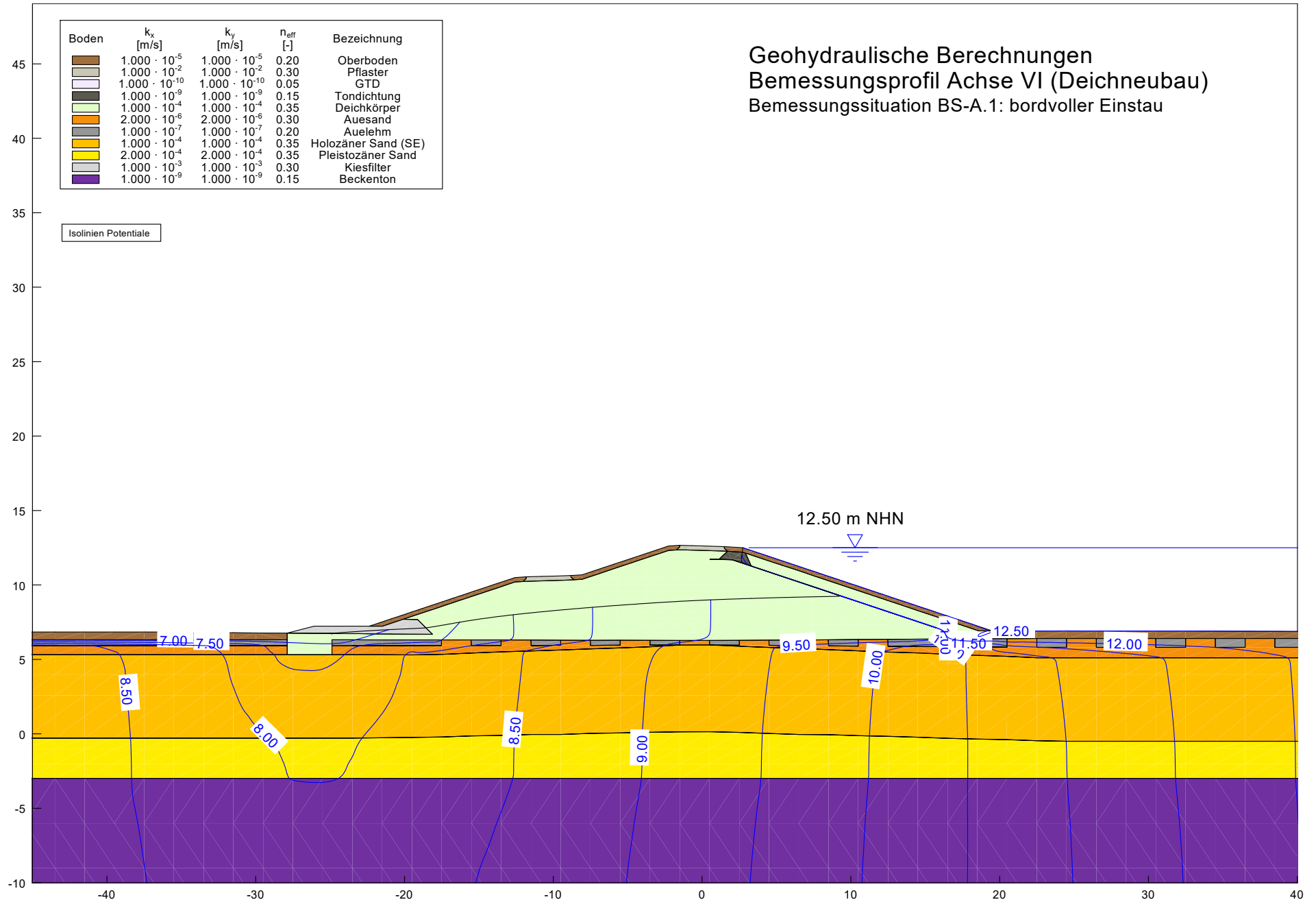
Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Purple]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Beckenton

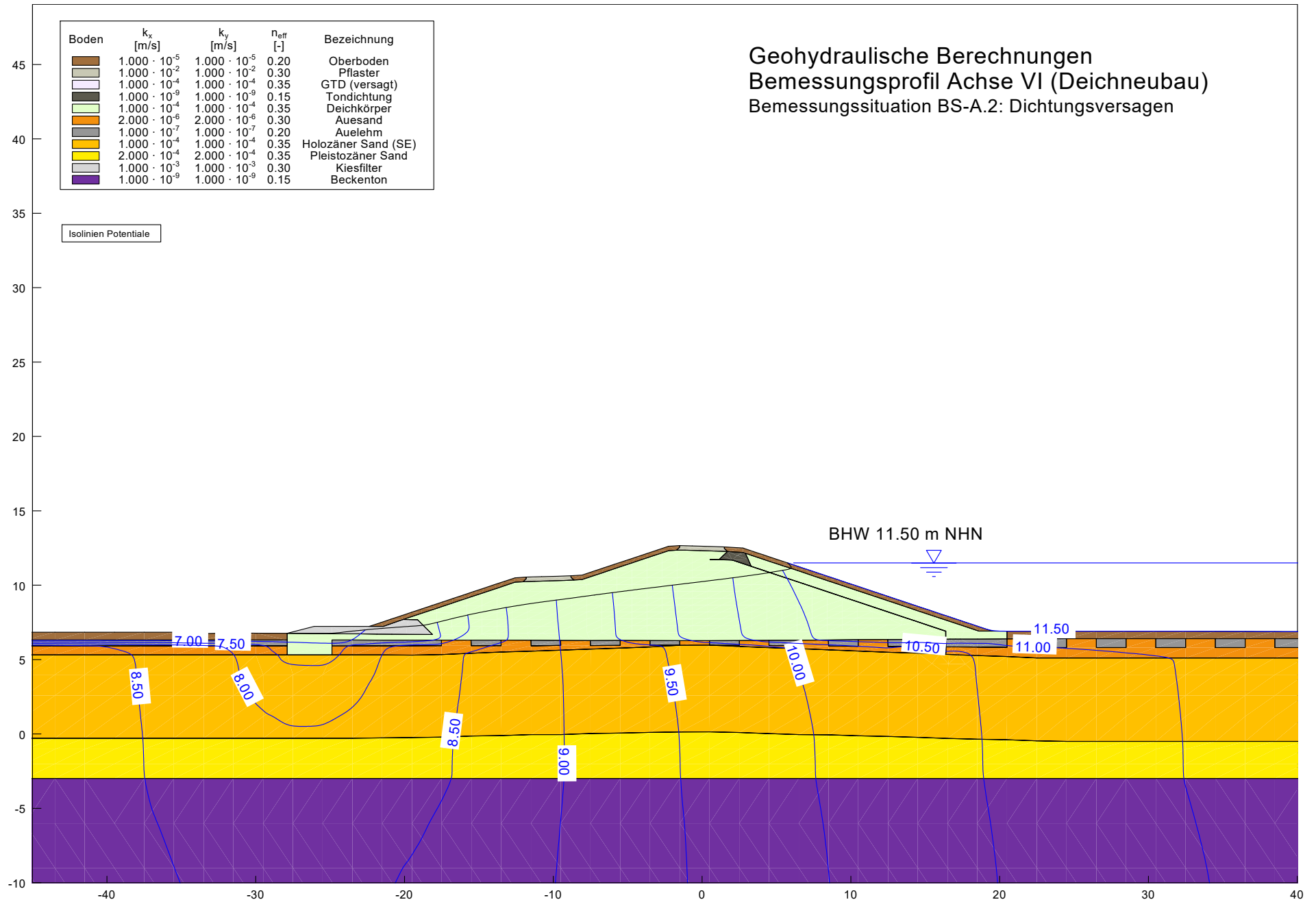
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	GTD (versagt)
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Beckenton

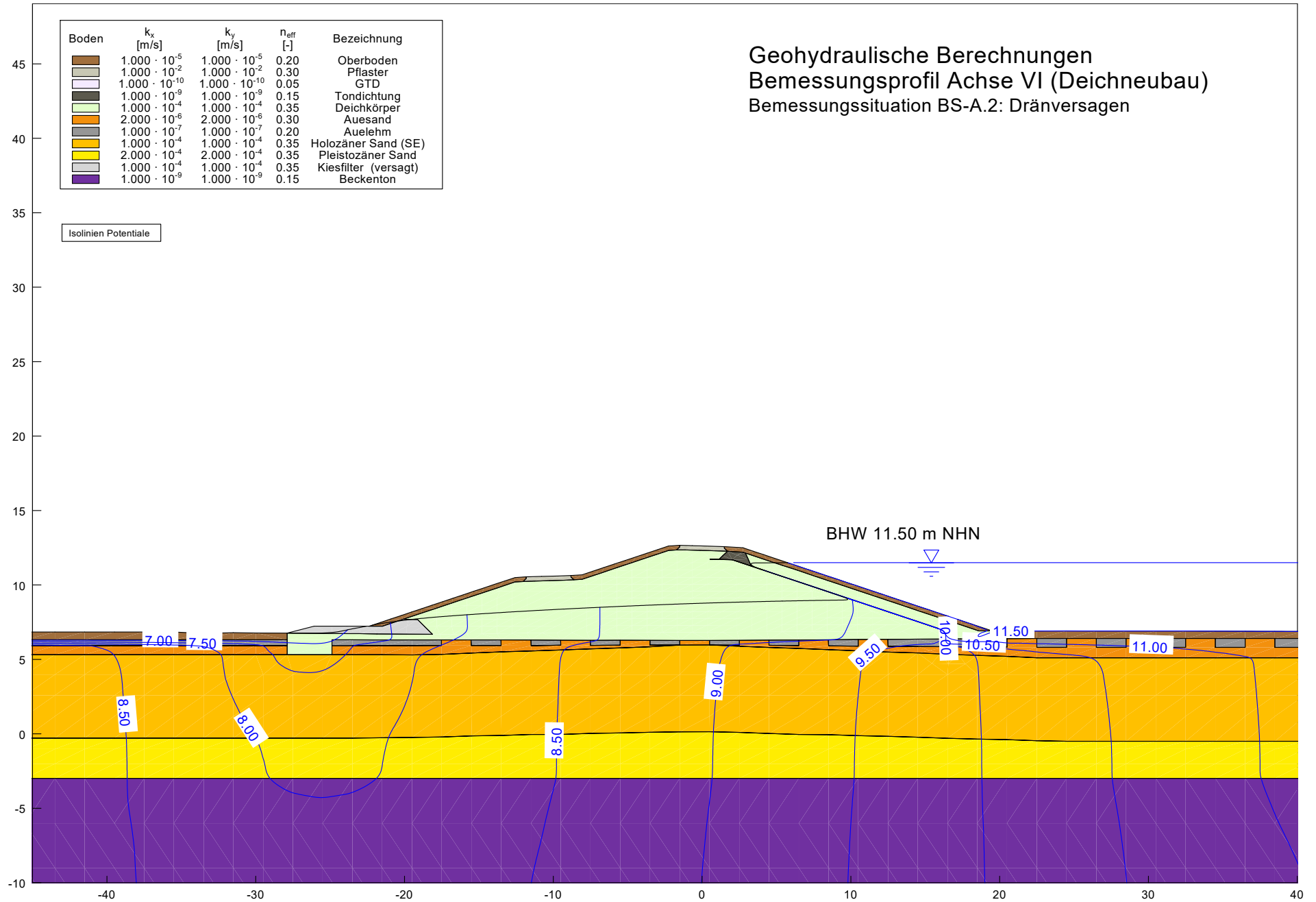
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deickkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Kiesfilter (versagt)
[Purple]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Beckenton

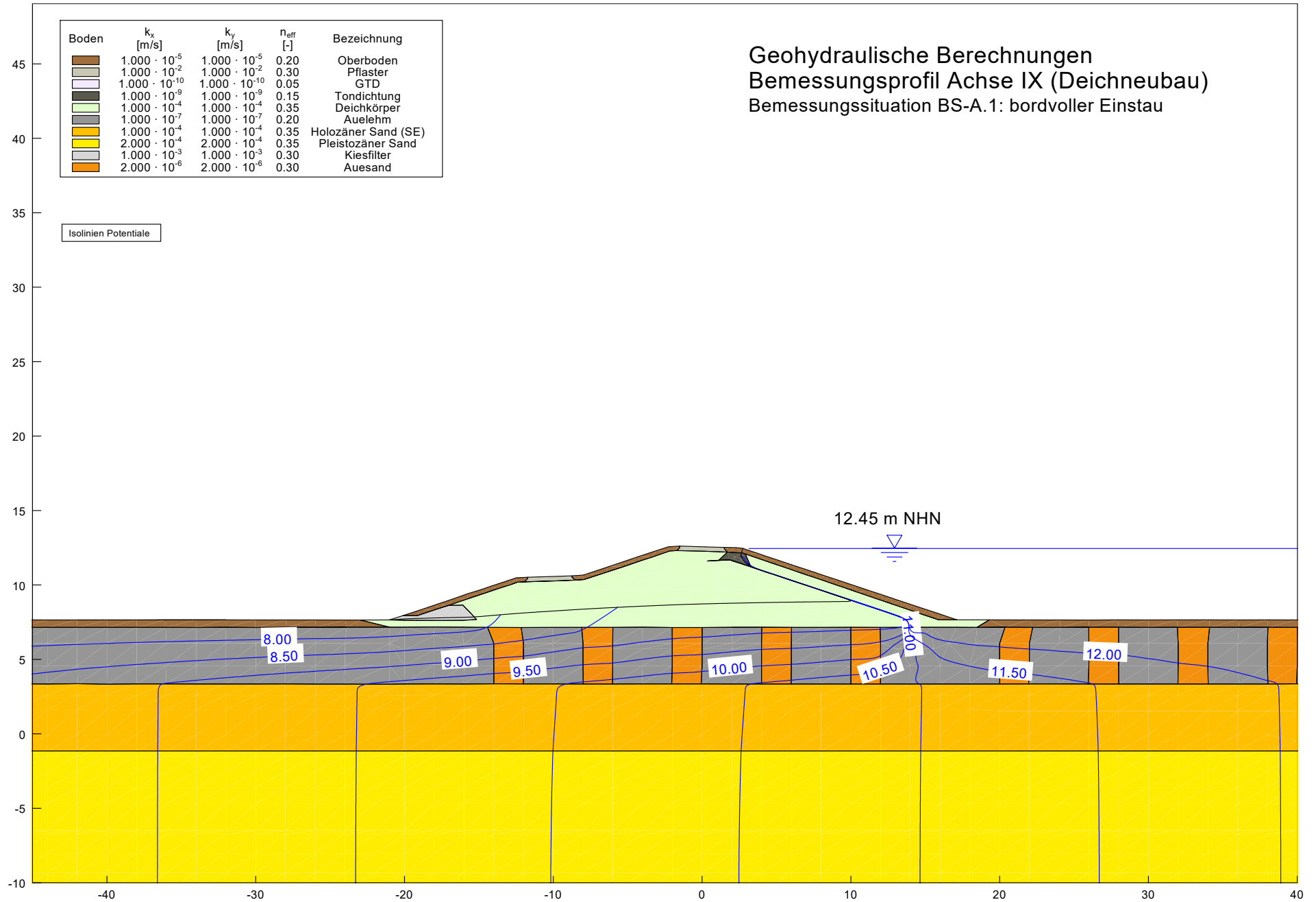
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Dark Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand

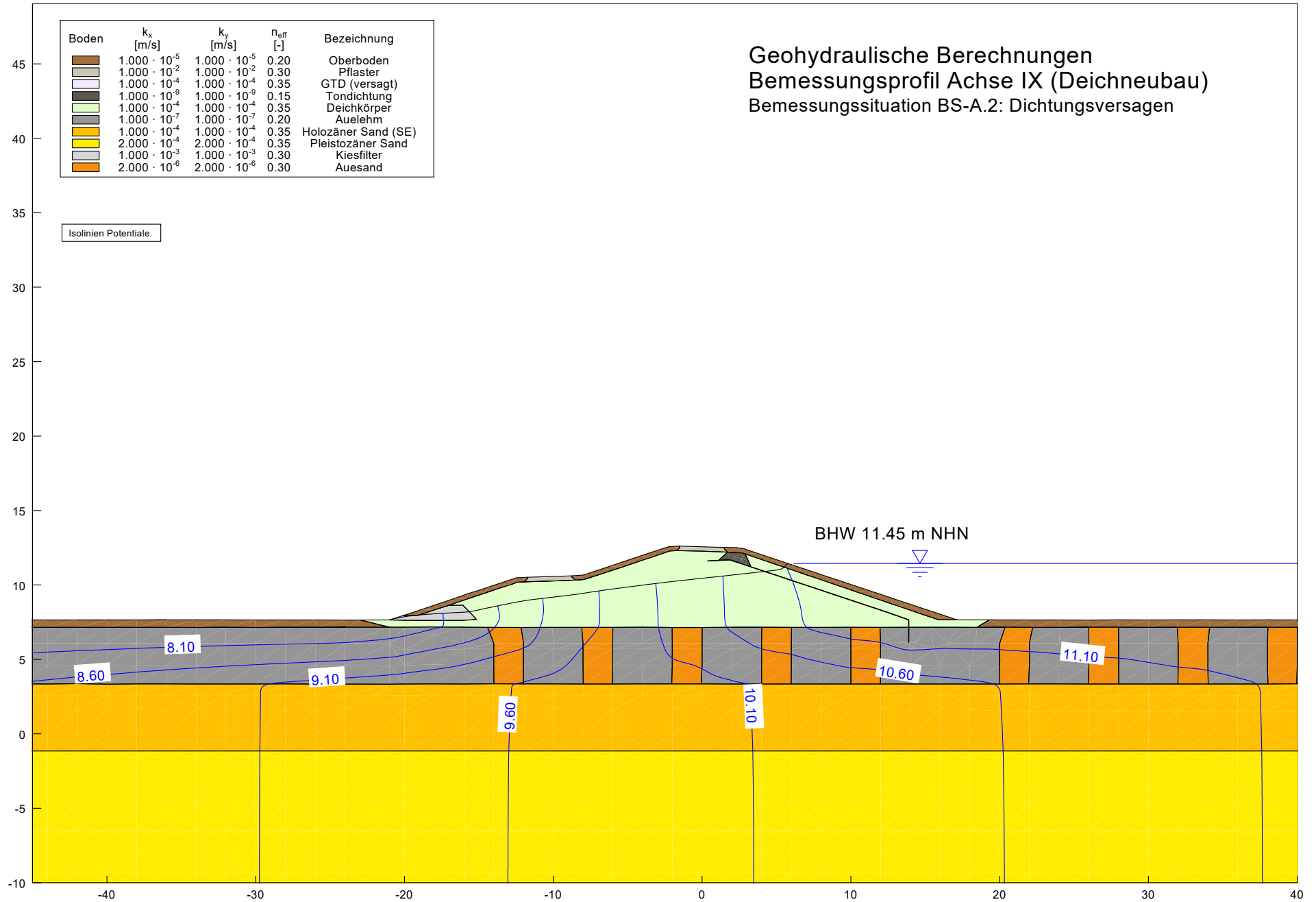
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	GTD (versagt)
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand

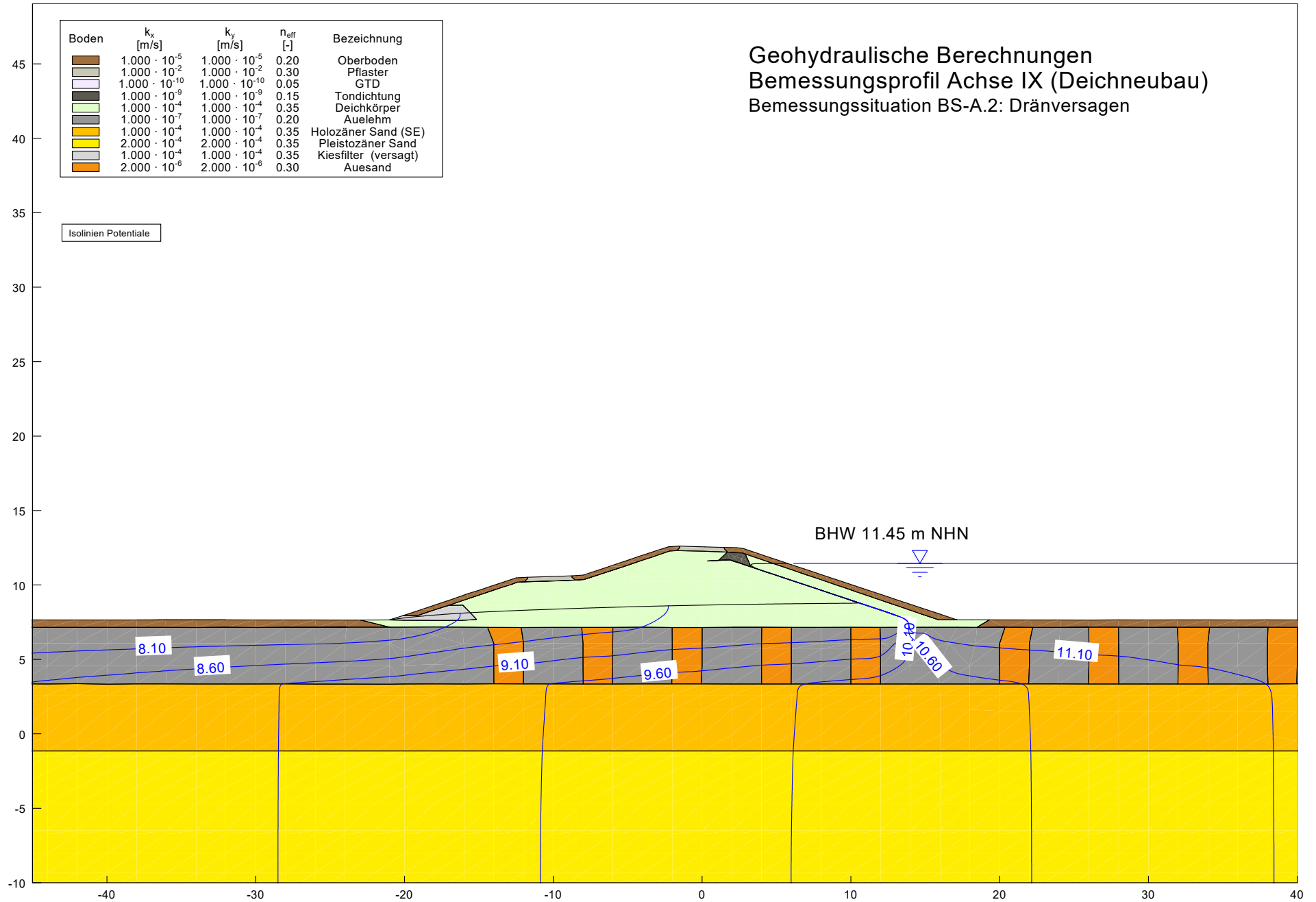
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Kiesfilter (versagt)
[Dark Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand

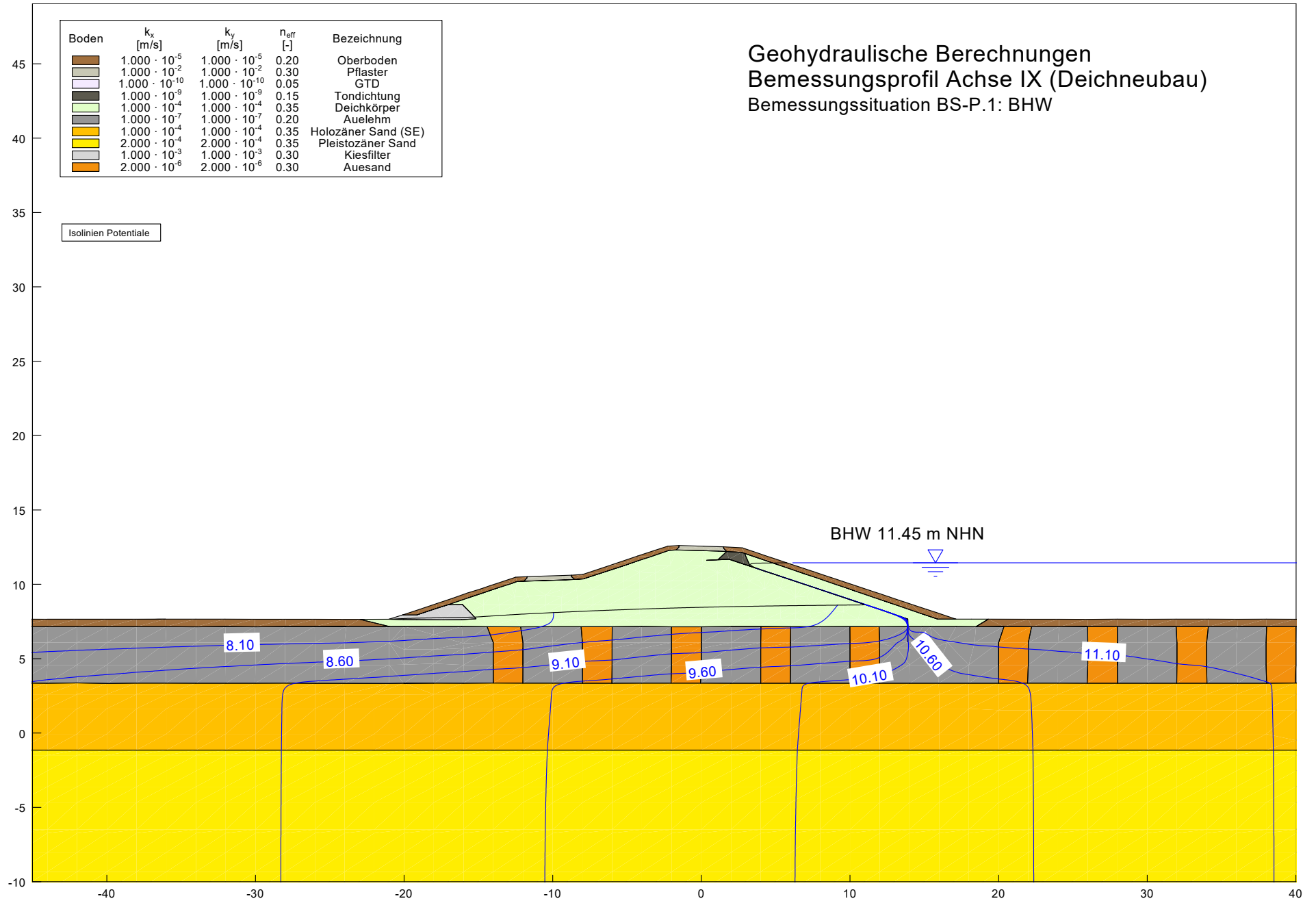
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter
[Dark Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand

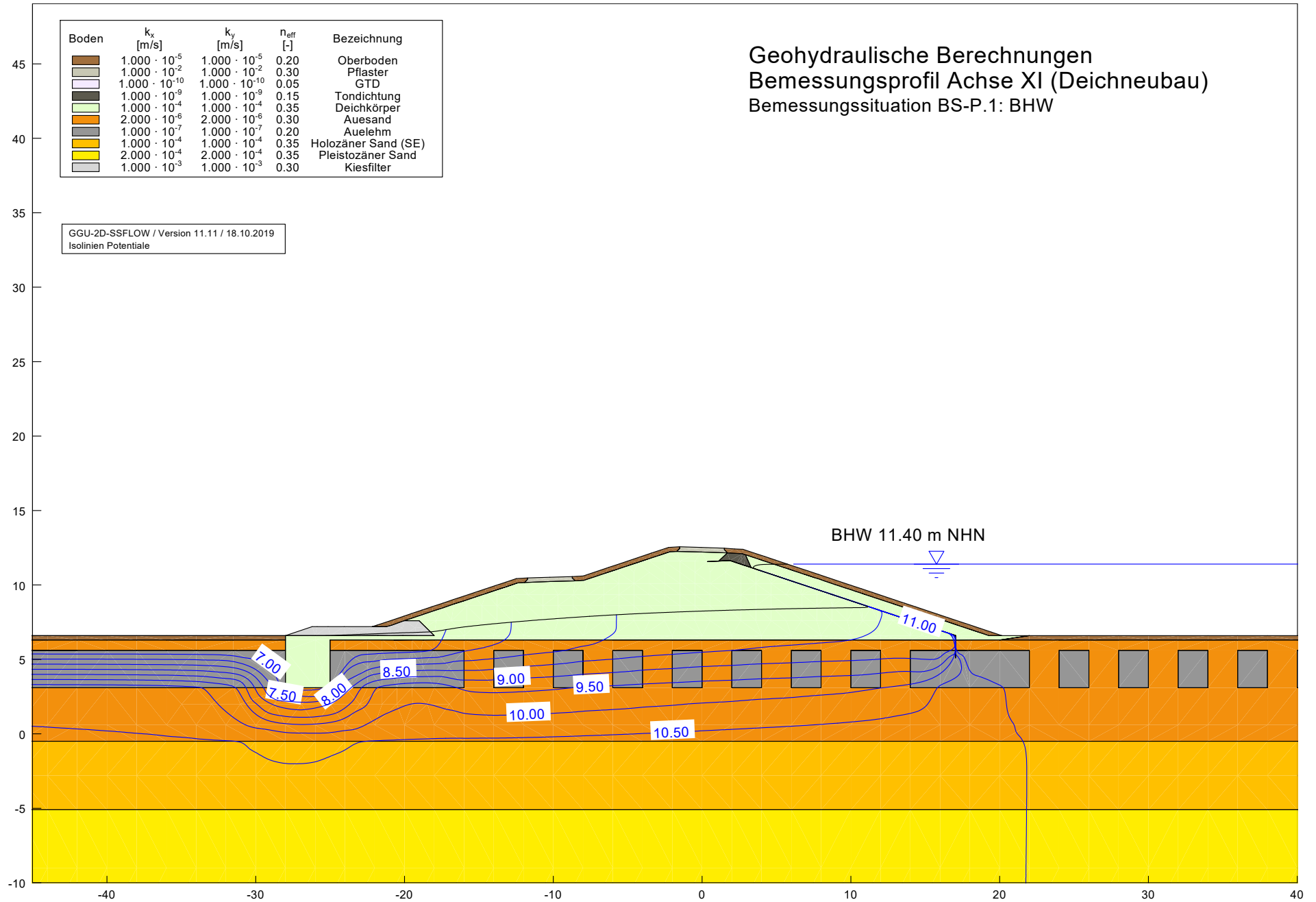
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

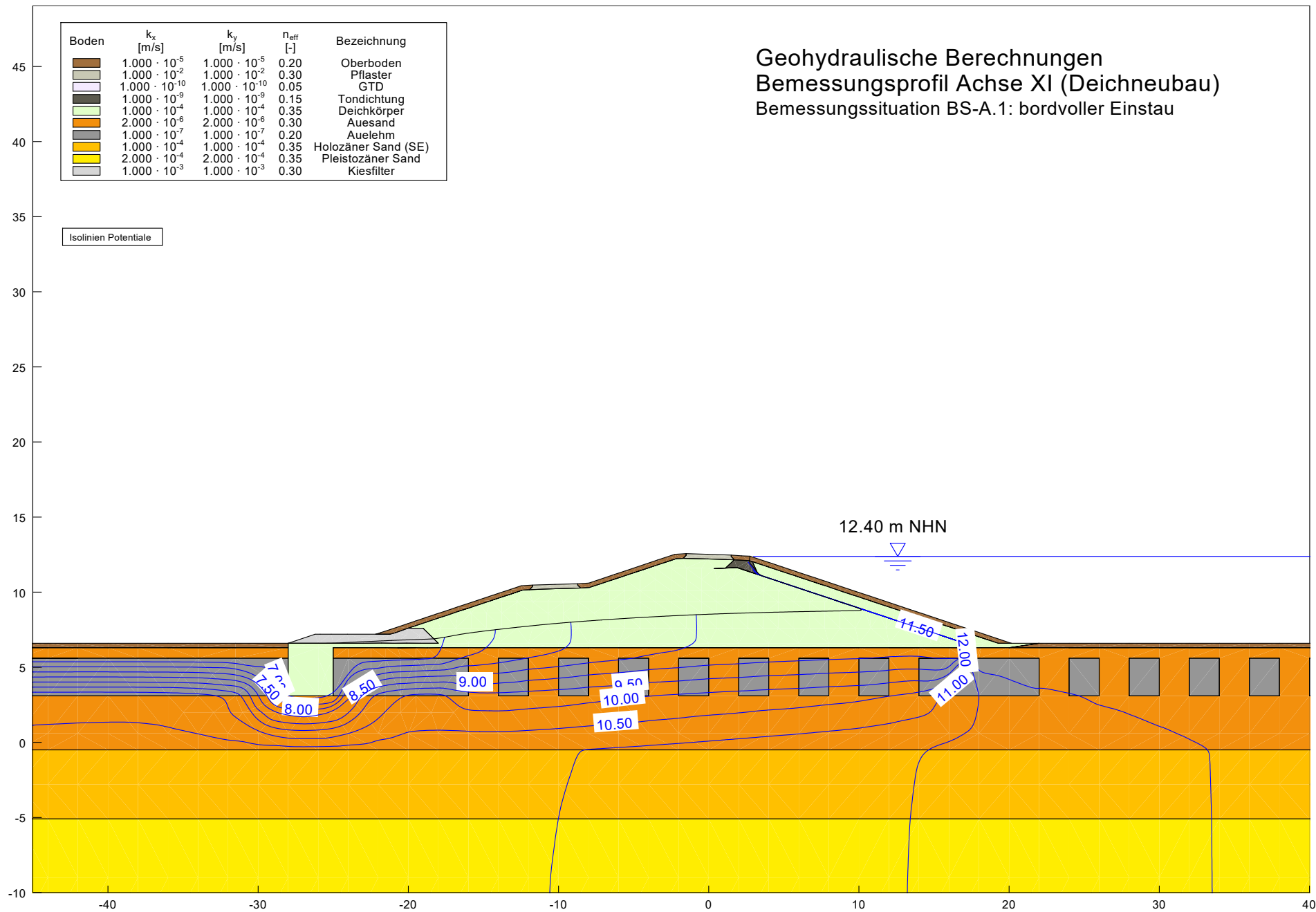
GGU-2D-SSFLOW / Version 11.11 / 18.10.2019
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

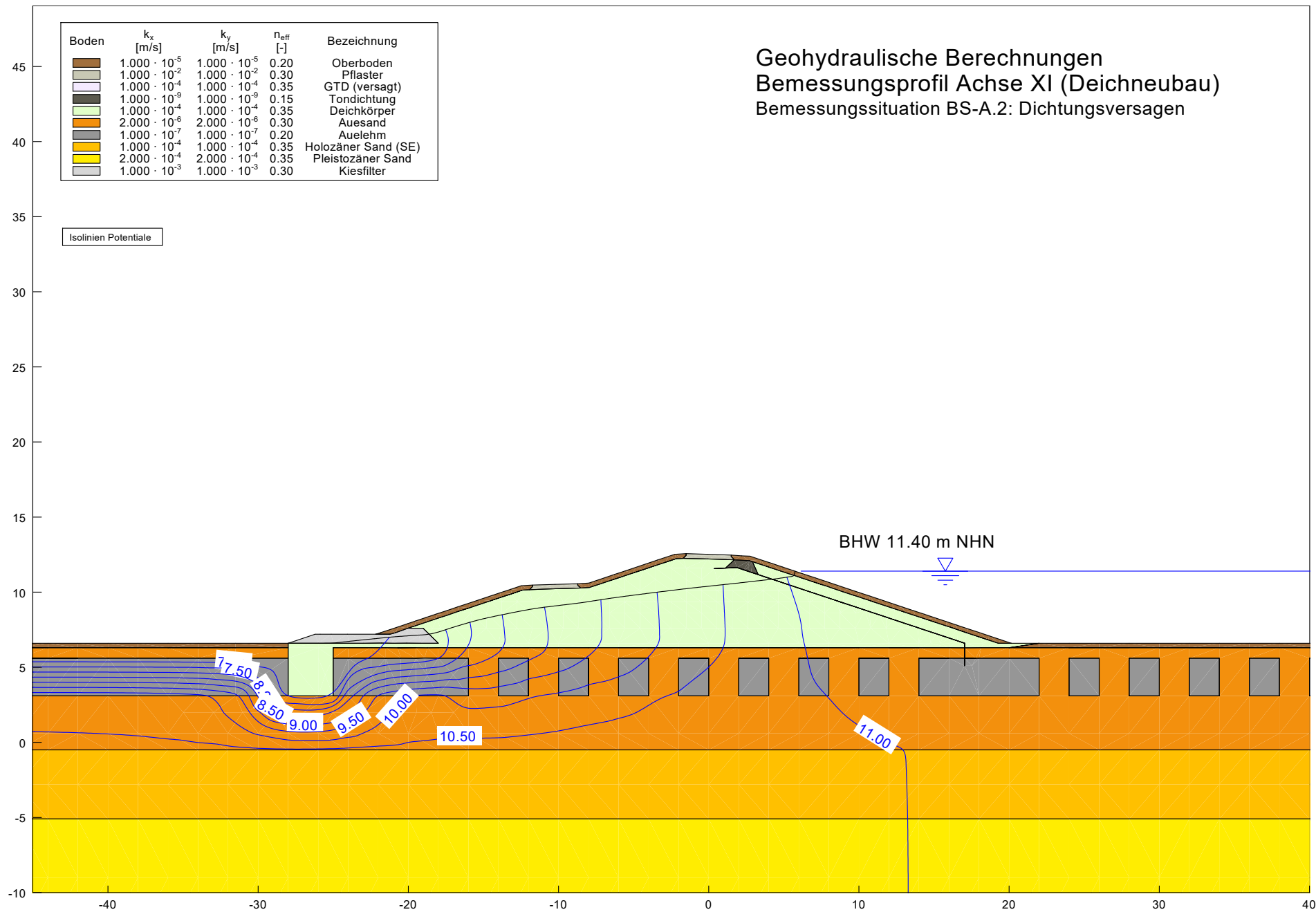
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	GTD (versagt)
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

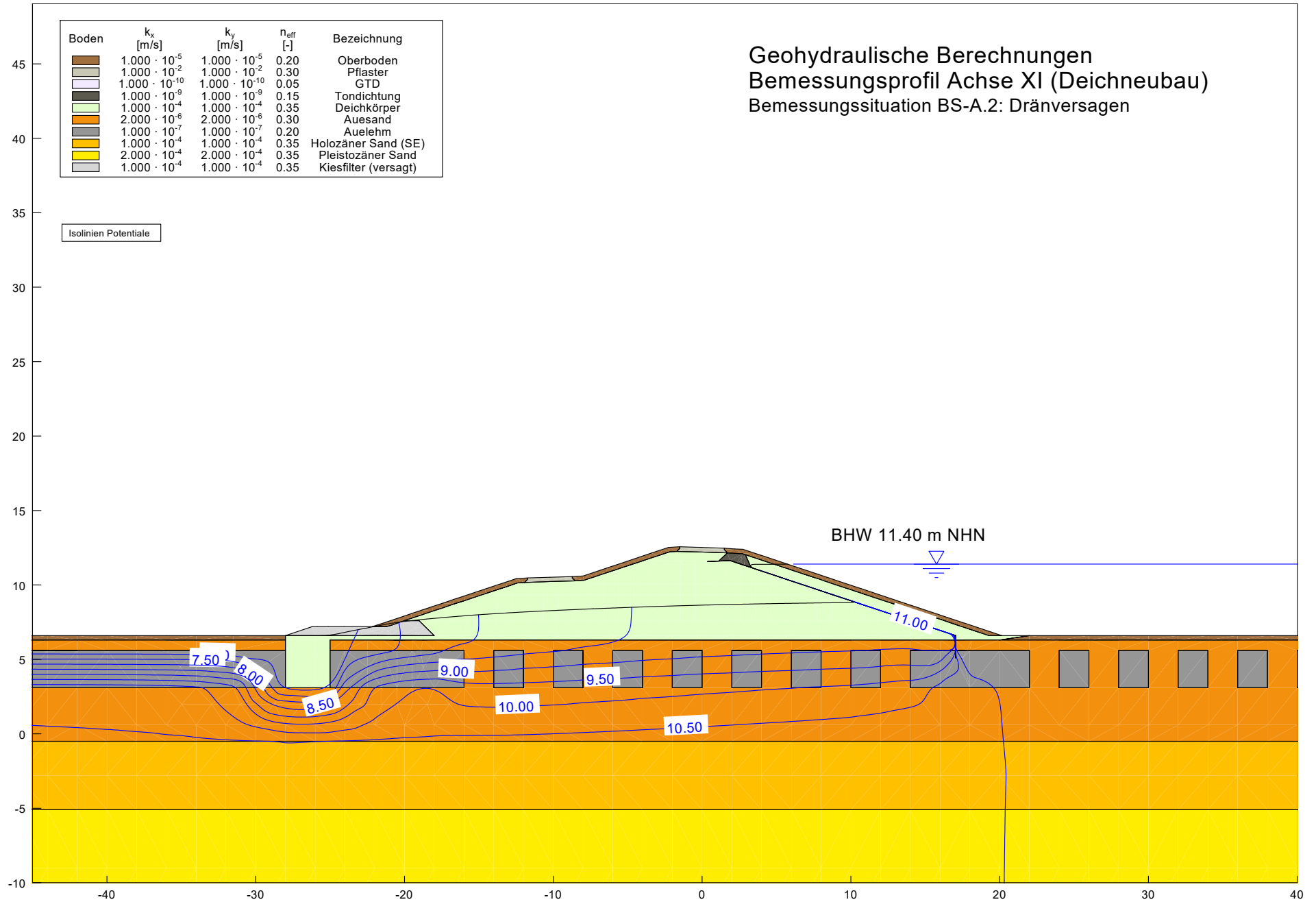
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	Tondichtung
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand (SE)
	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Pleistozäner Sand
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Kiesfilter (versagt)

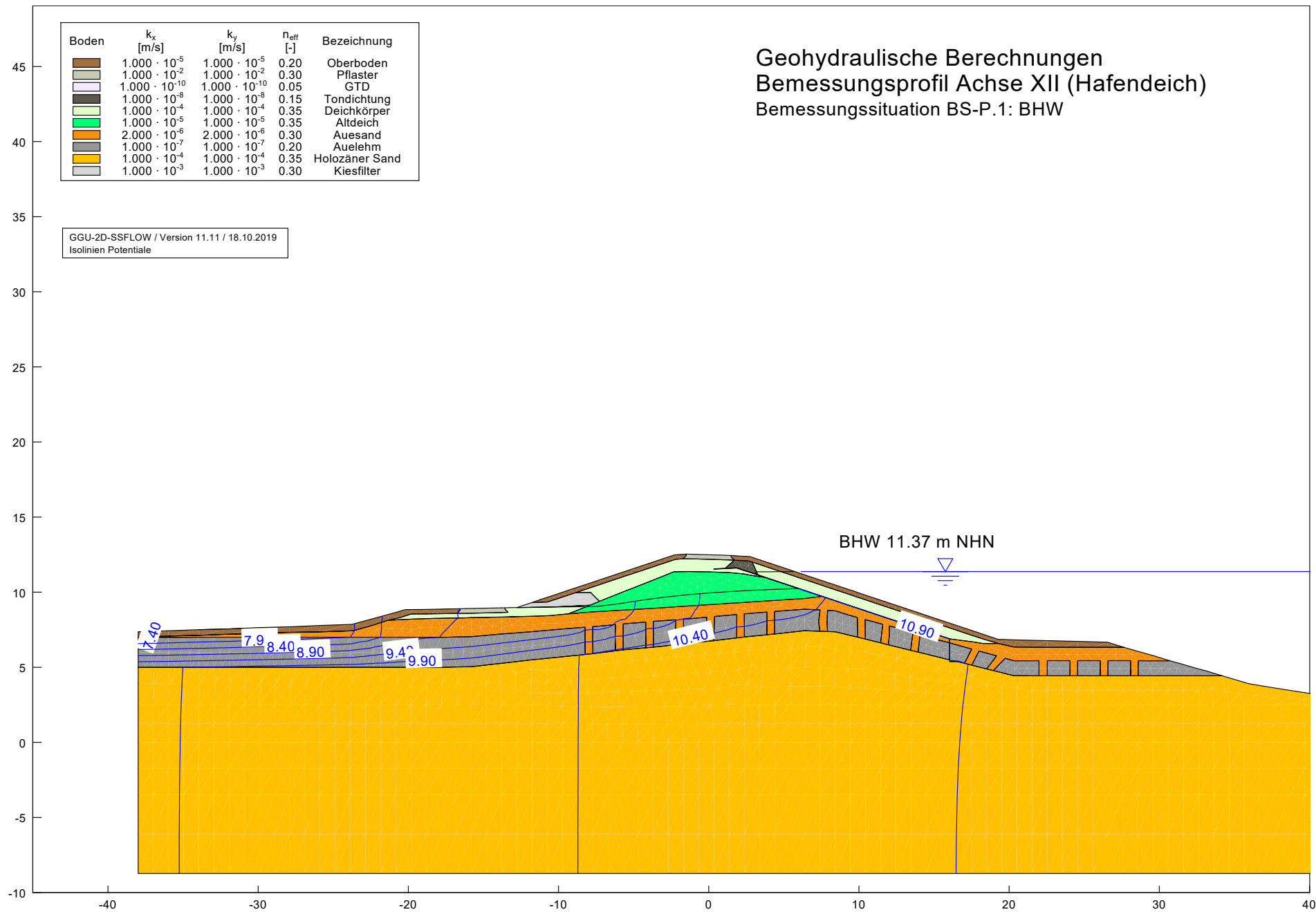
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Tondichtung
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	Altdeich
	$2.000 \cdot 10^{-7}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	Auesand
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

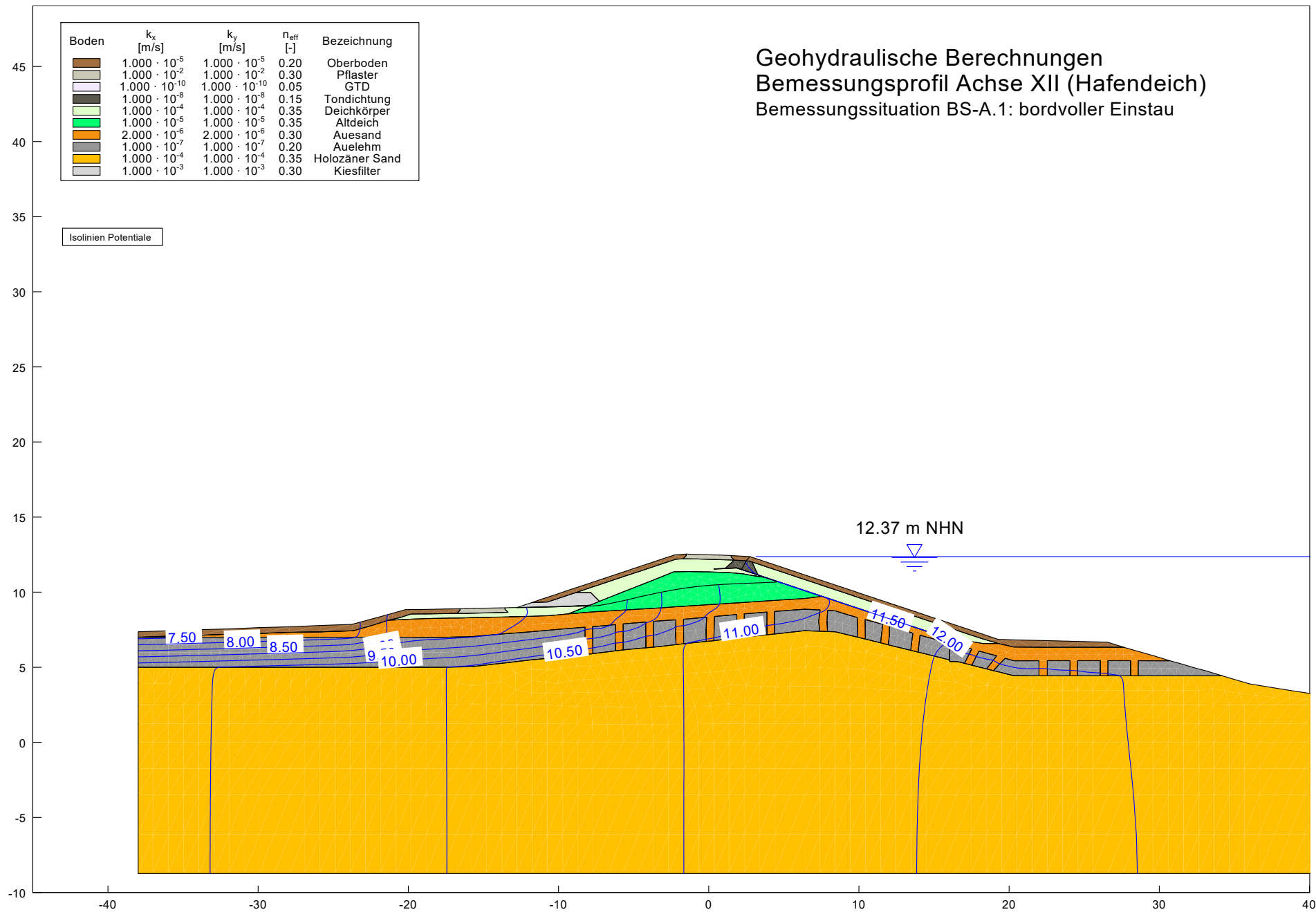
GGU-2D-SSFLOW / Version 11.11 / 18.10.2019
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-7}$	$2.000 \cdot 10^{-7}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

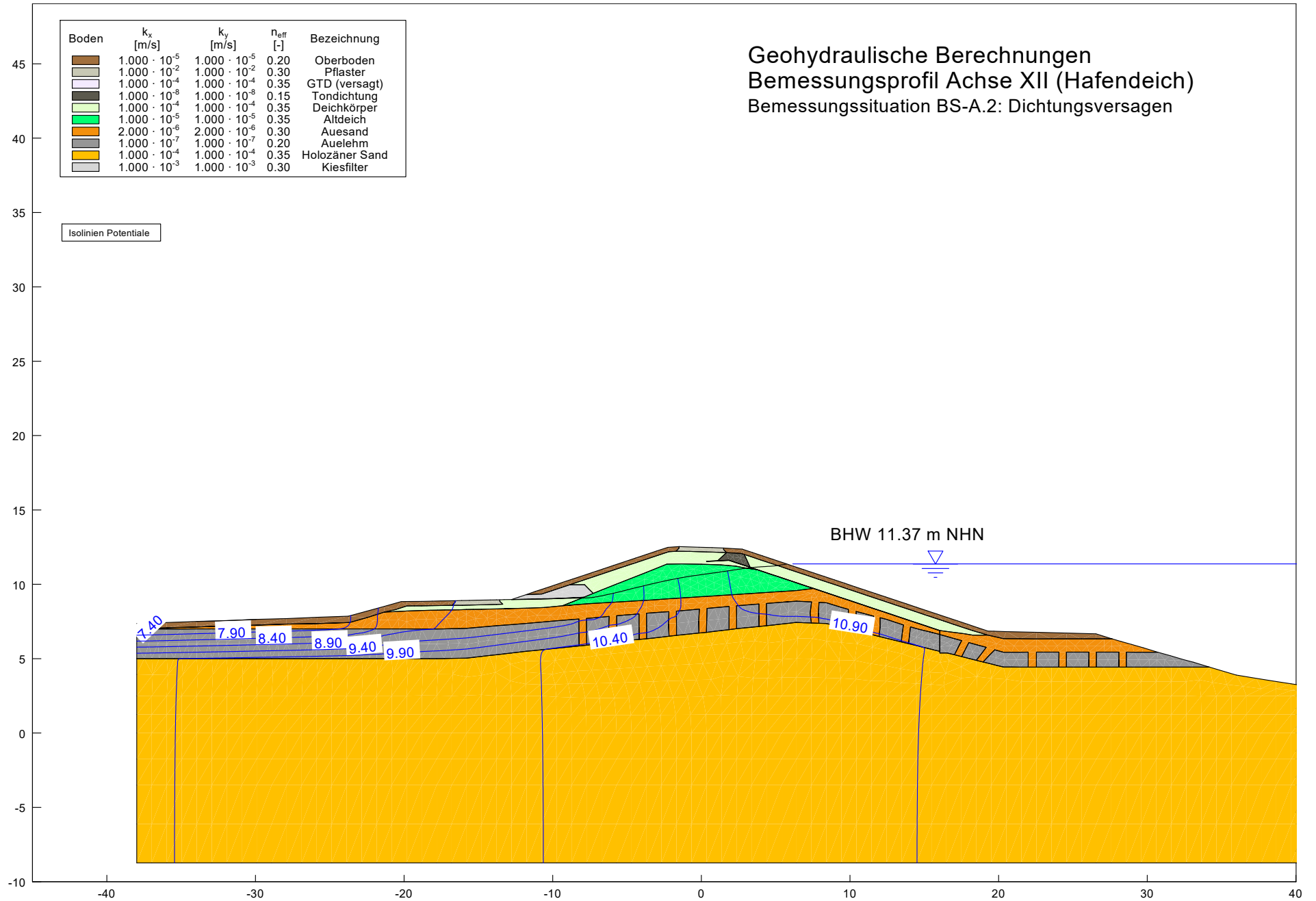
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	GTD (versagt)
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-7}$	0.30	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	Kiesfilter

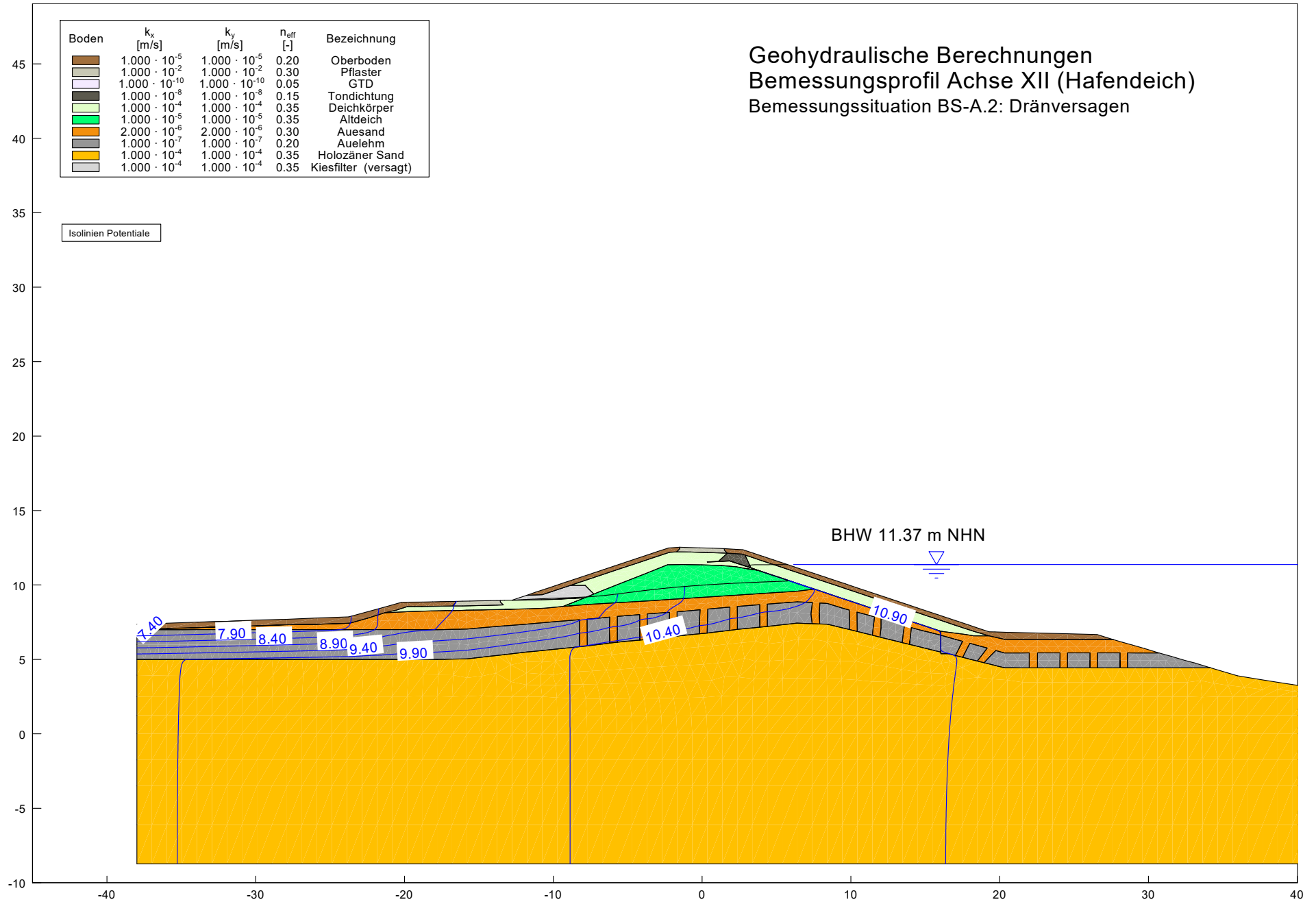
Isolinien Potentiale



Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-7}$	$2.000 \cdot 10^{-7}$	0.30	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Holozäner Sand
[White]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	Kiesfilter (versagt)

Isolinien Potentiale



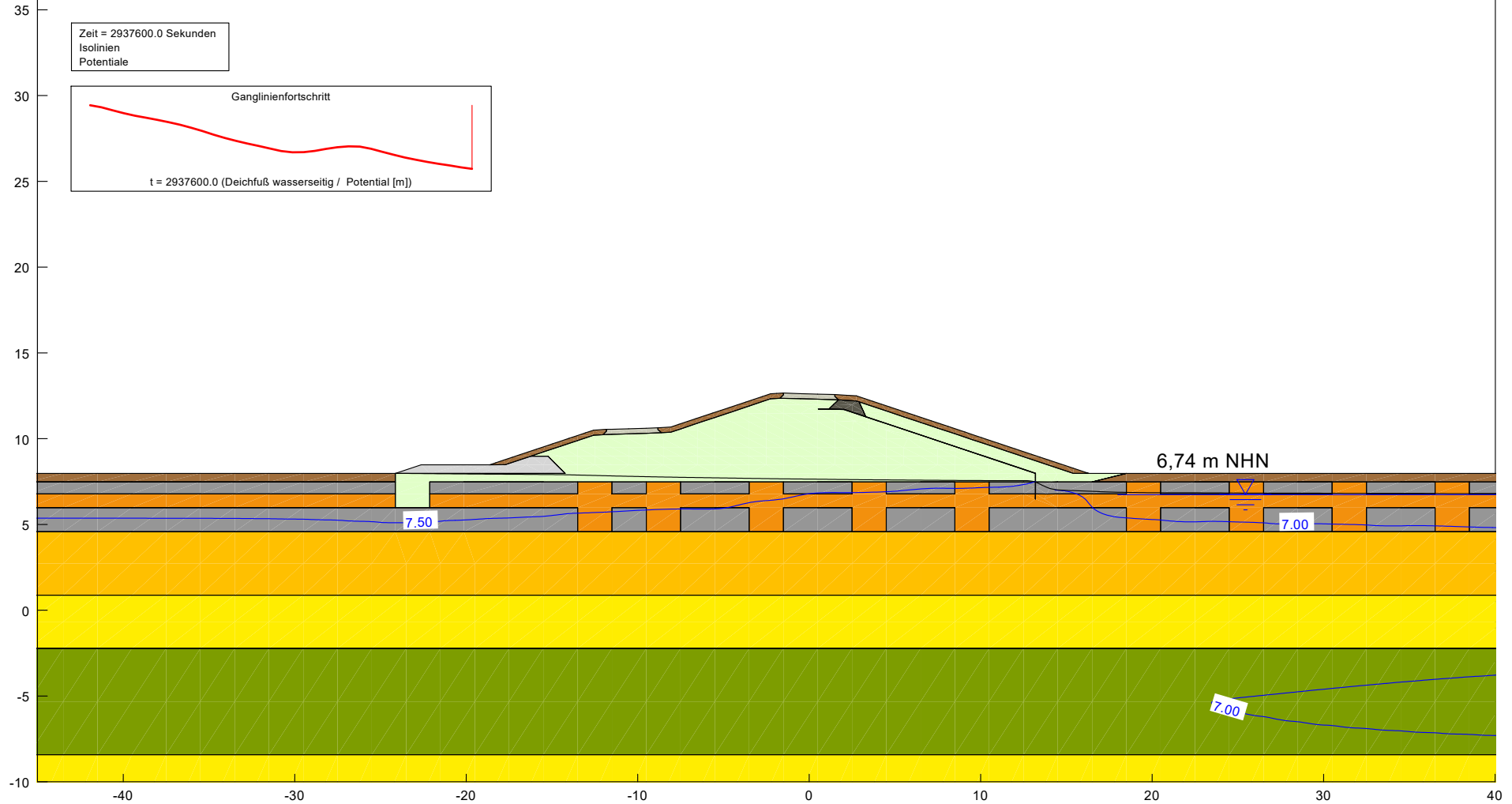
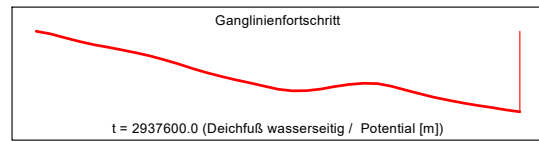
ANLAGE 3 - POTENTIALLINIENVERTEILUNG AUS DEN INSTATIONÄREN STRÖMUNGSBERECHNUNGEN

Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 34 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter
[Dark Green]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Beckenschluff

Zeit = 2937600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

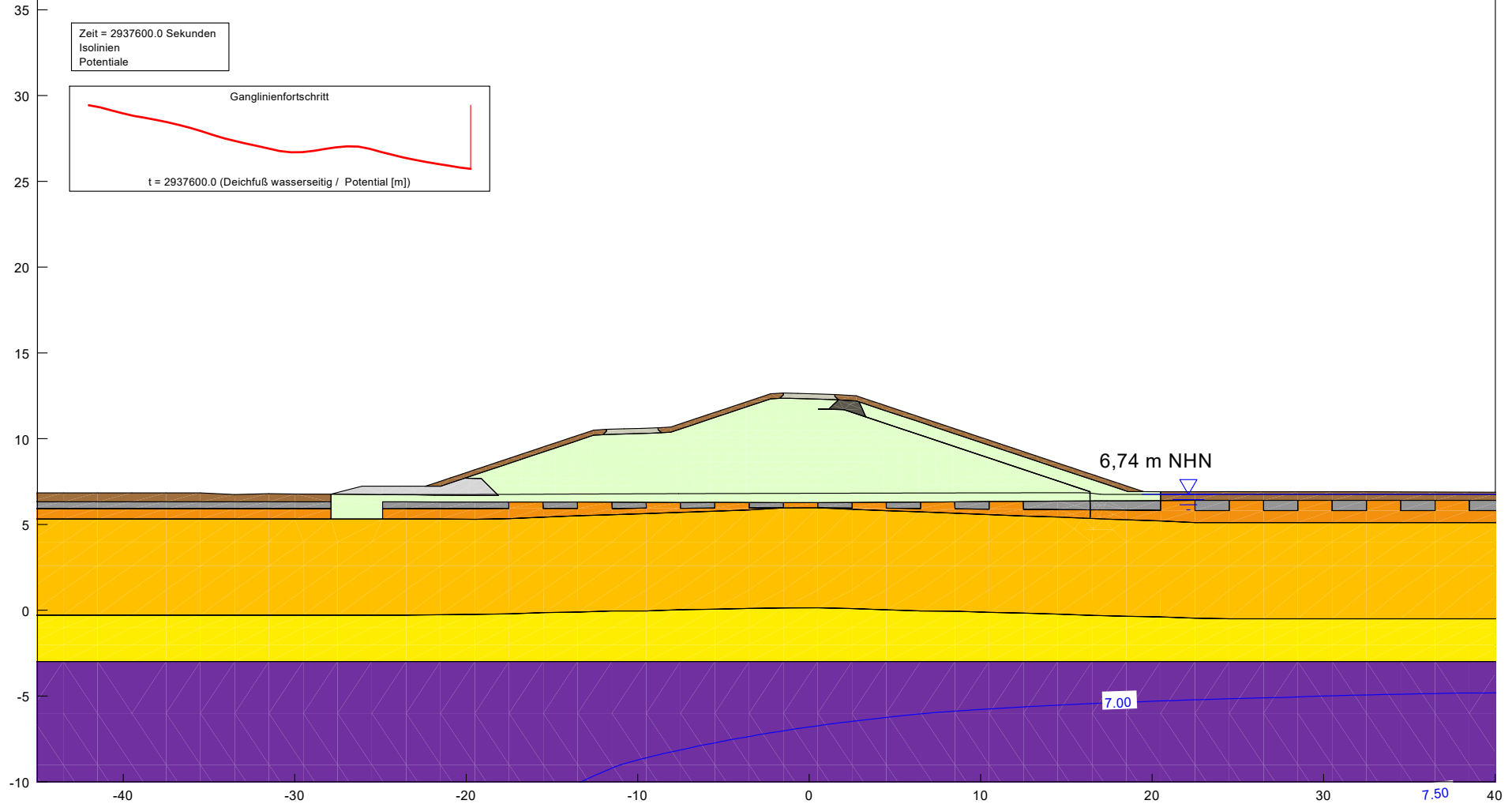
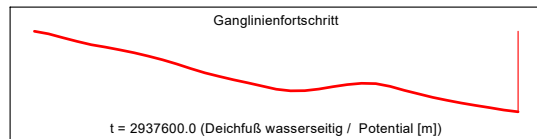


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 34 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand (SE)
[Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter
[Purple]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Beckenton

Zeit = 2937600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

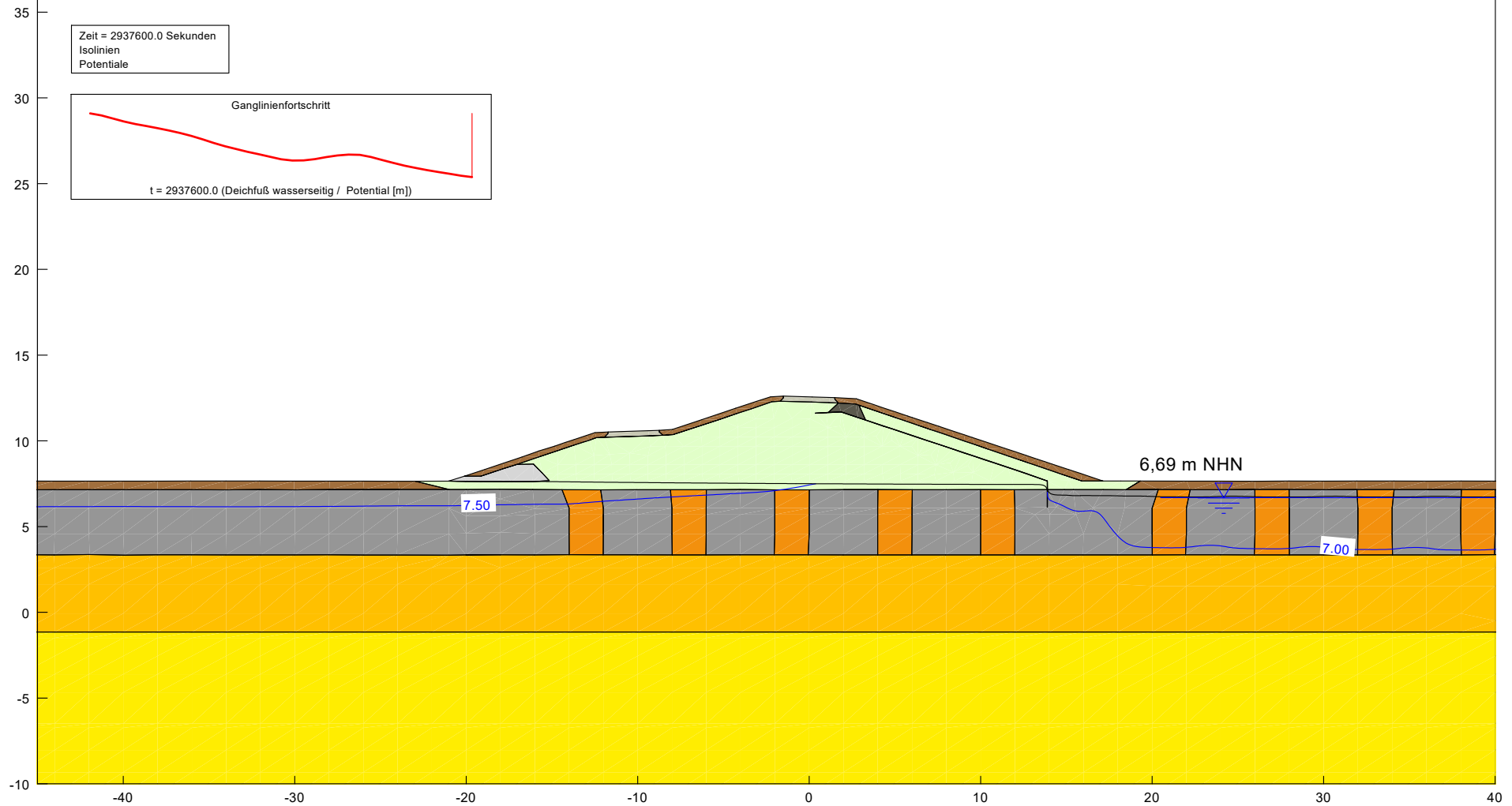
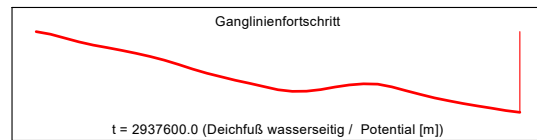


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 34 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand (SE)
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter
[Dark Orange]	$2.000 \cdot 10^{-6}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand

Zeit = 2937600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

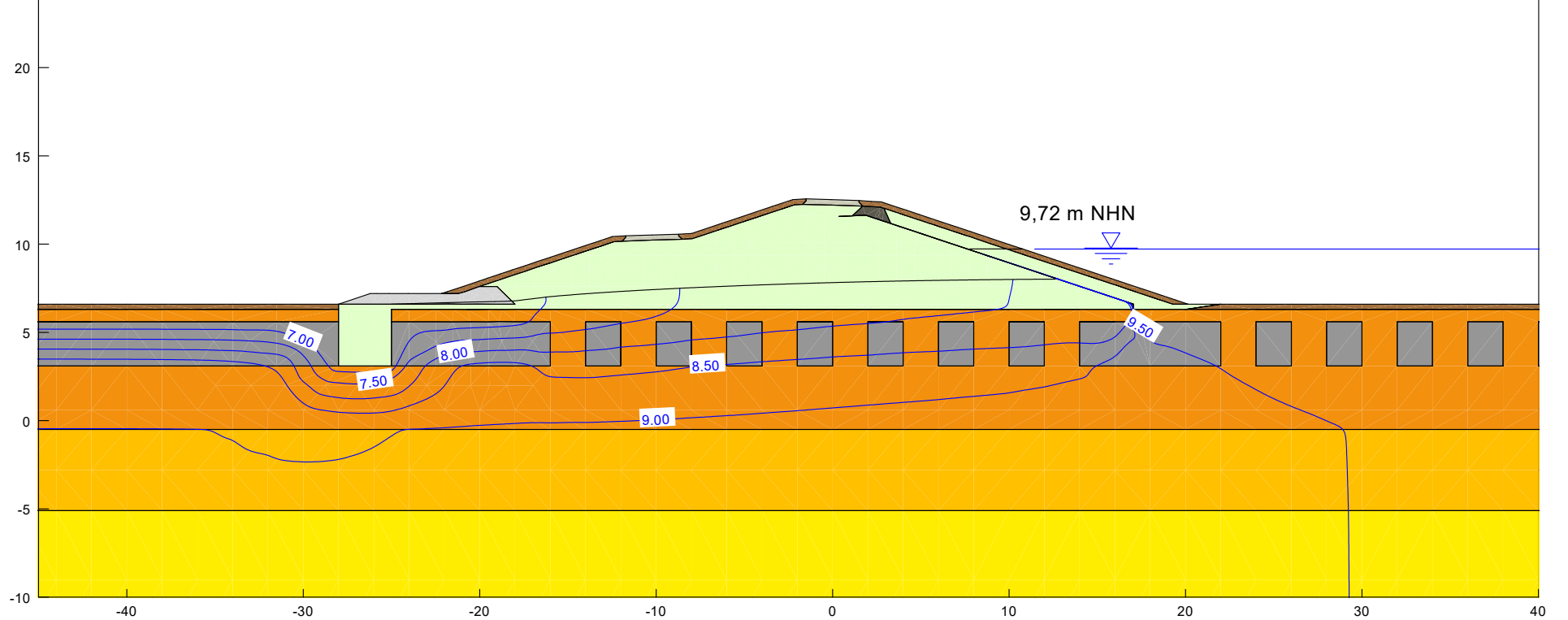
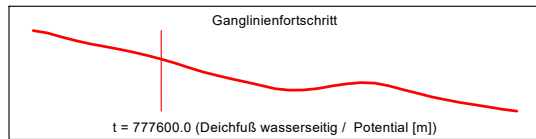


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 9 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand (SE)
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[White]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

Zeit = 777600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

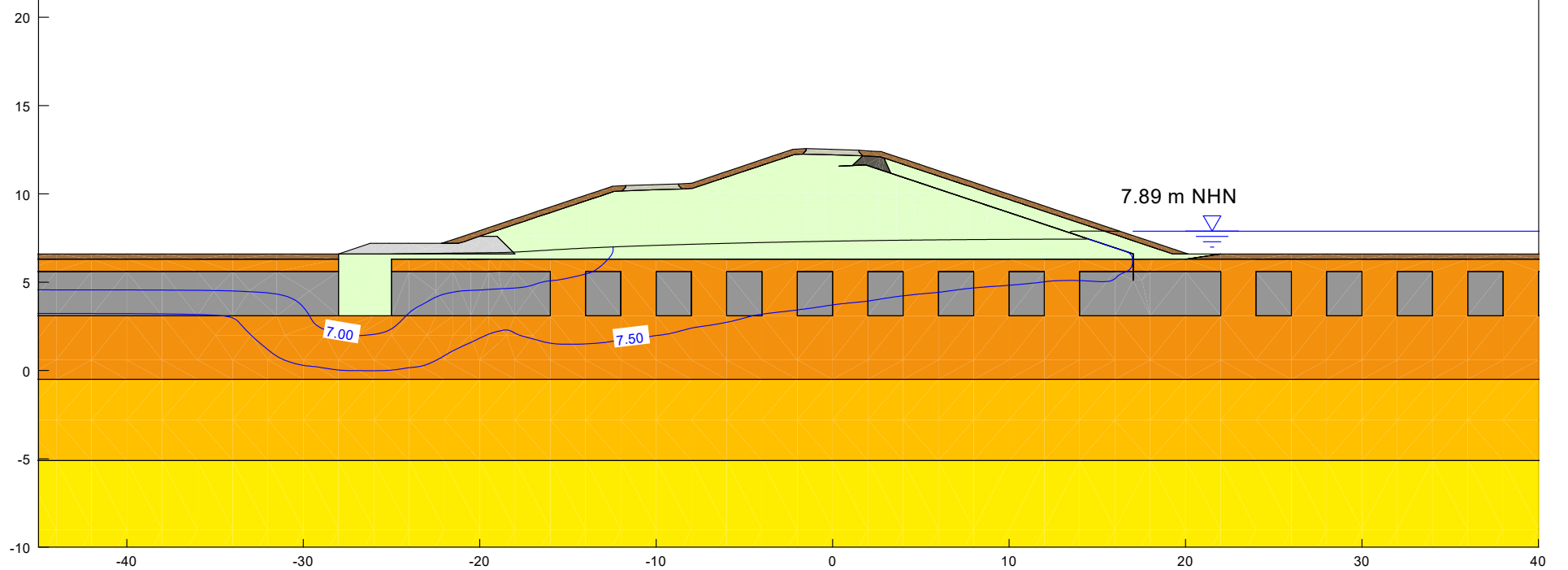
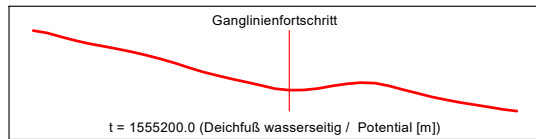


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 18 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand (SE)
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[White]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

Zeit = 1555200.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

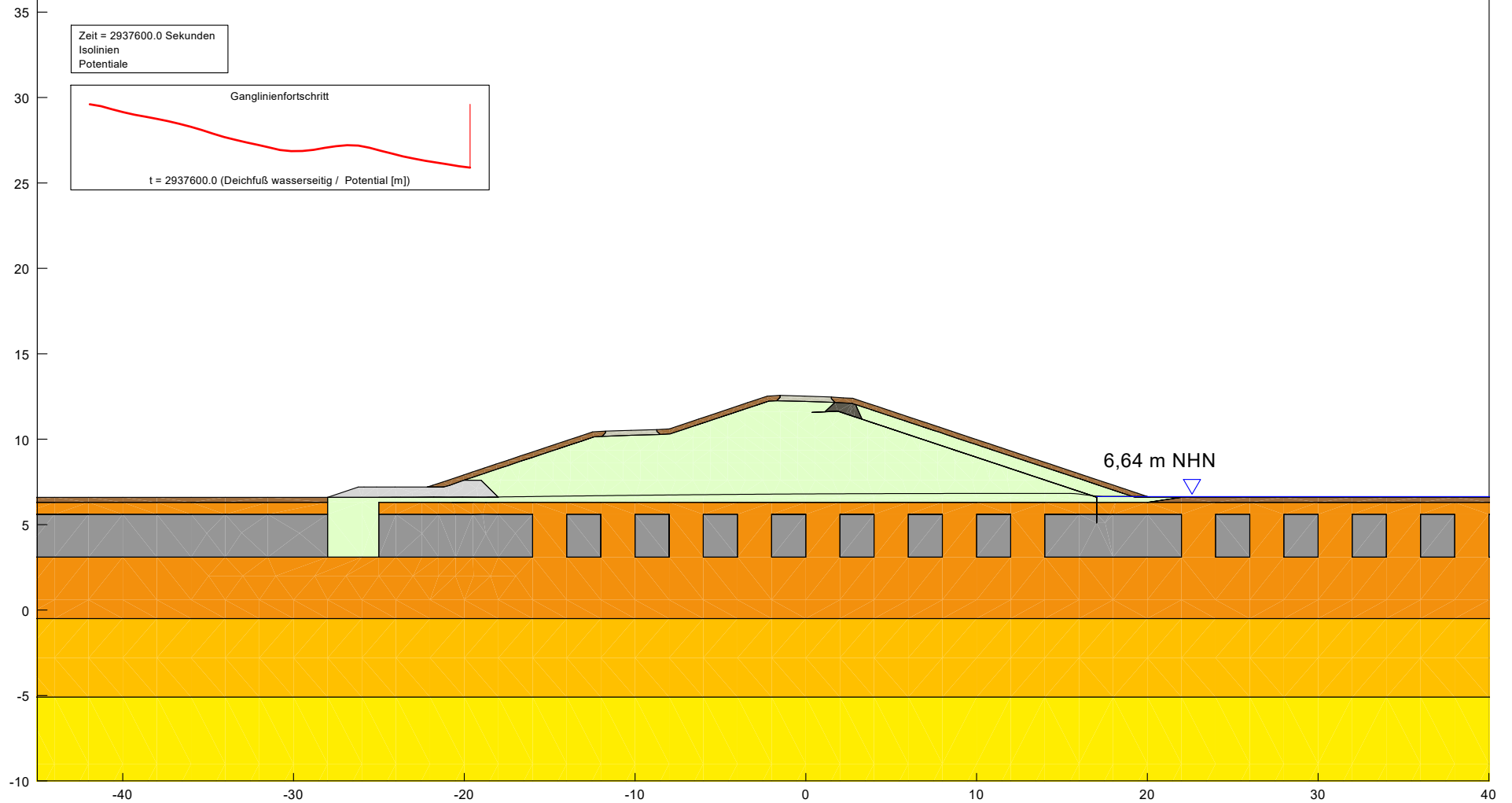
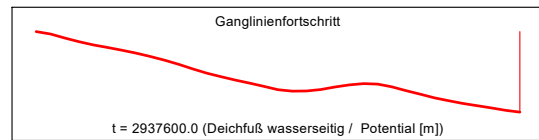


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 34 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand (SE)
[Light Yellow]	$2.000 \cdot 10^{-4}$	$2.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pleistozäner Sand
[White]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

Zeit = 2937600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

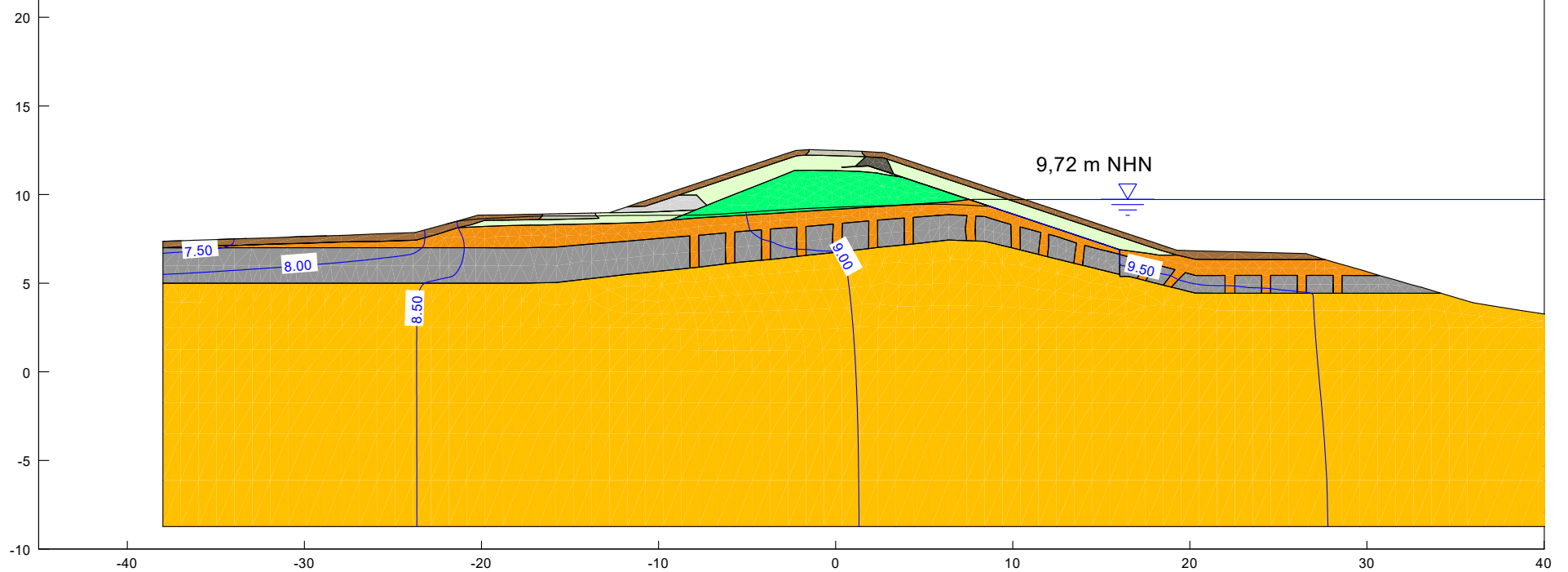
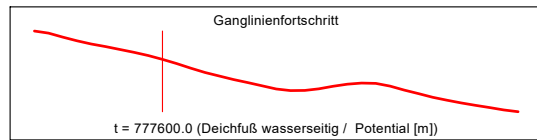


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 9 d nach BHW-Scheitel

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Dark Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holzäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

Zeit = 777600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

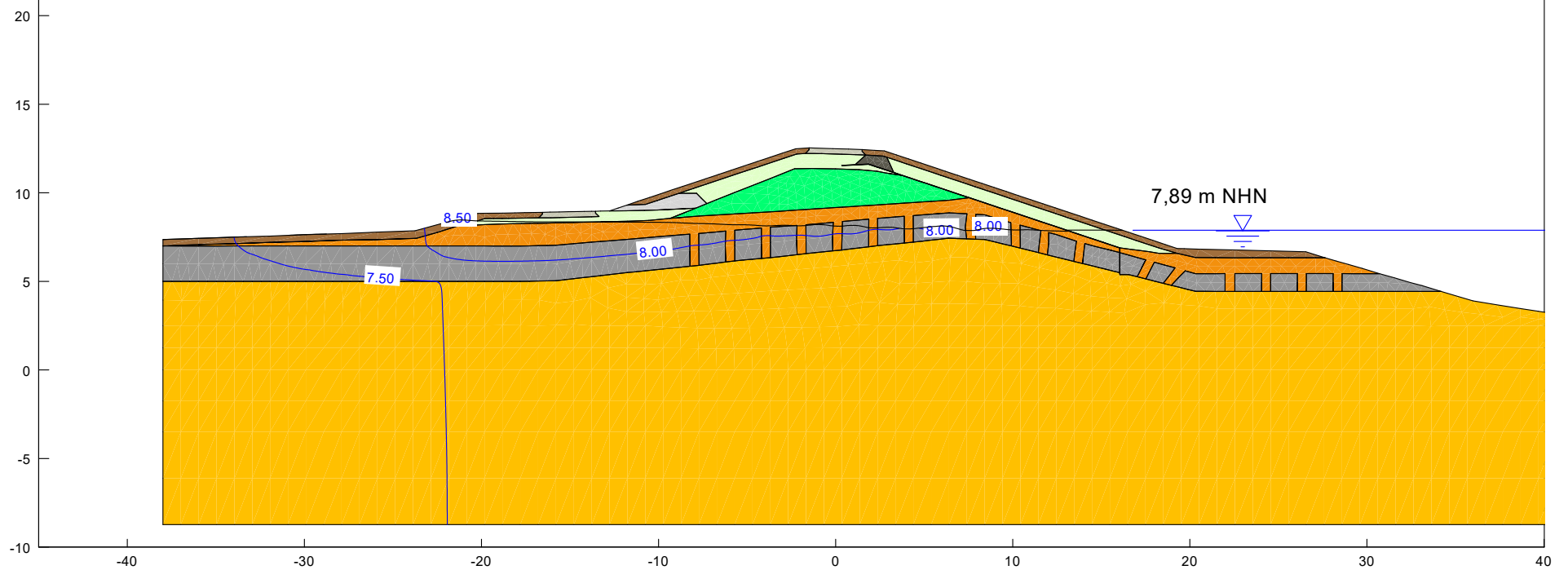
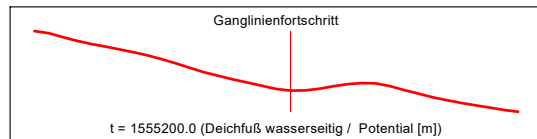


Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holzäner Sand
[White]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 18 d nach BHW-Scheitel

Zeit = 1555200.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale

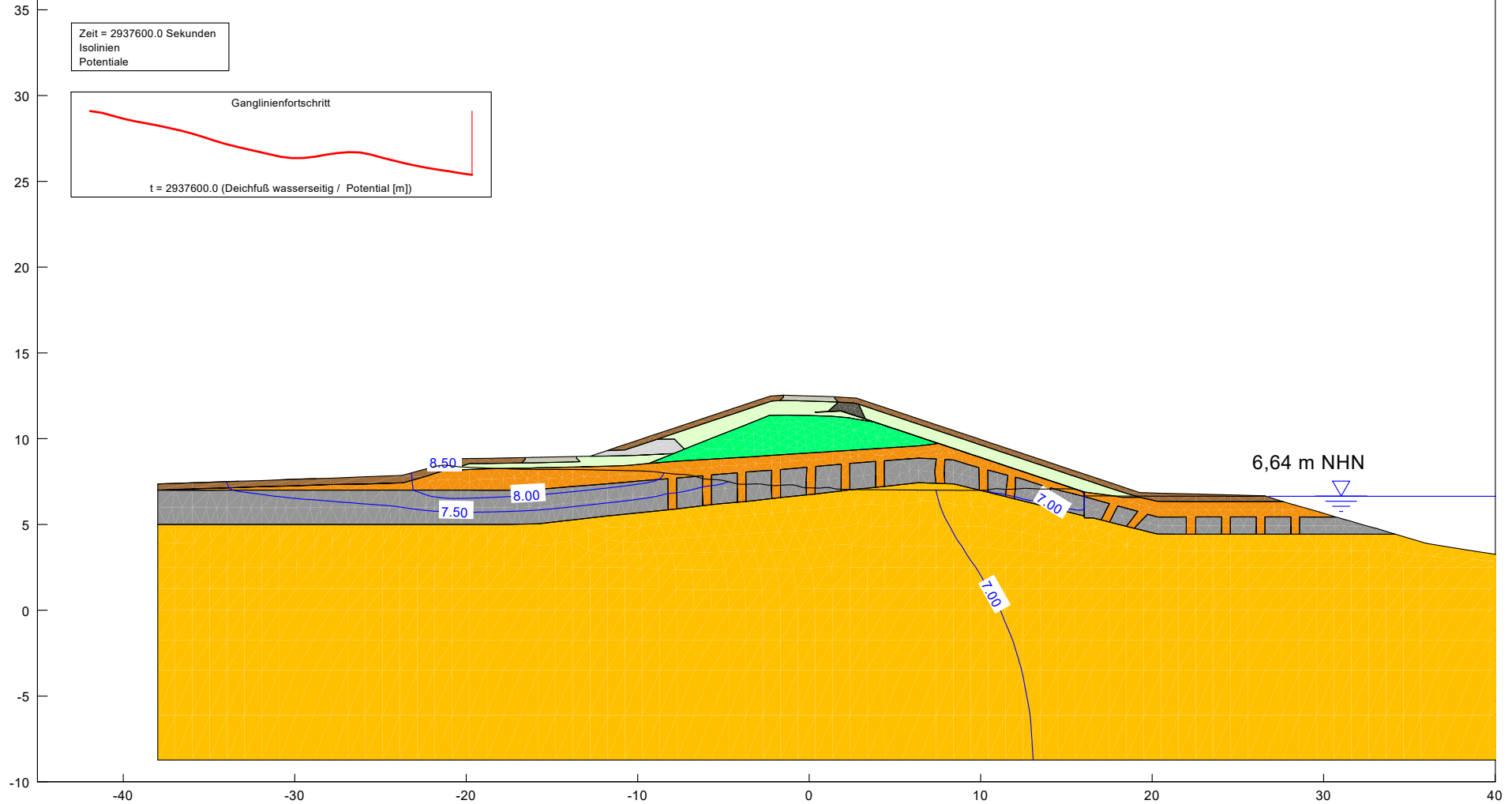
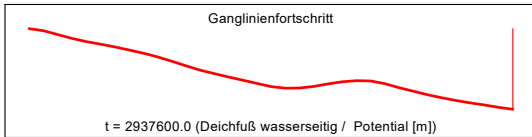


Geohydraulische Berechnungen
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

t = 34 d nach BHW-Scheitel

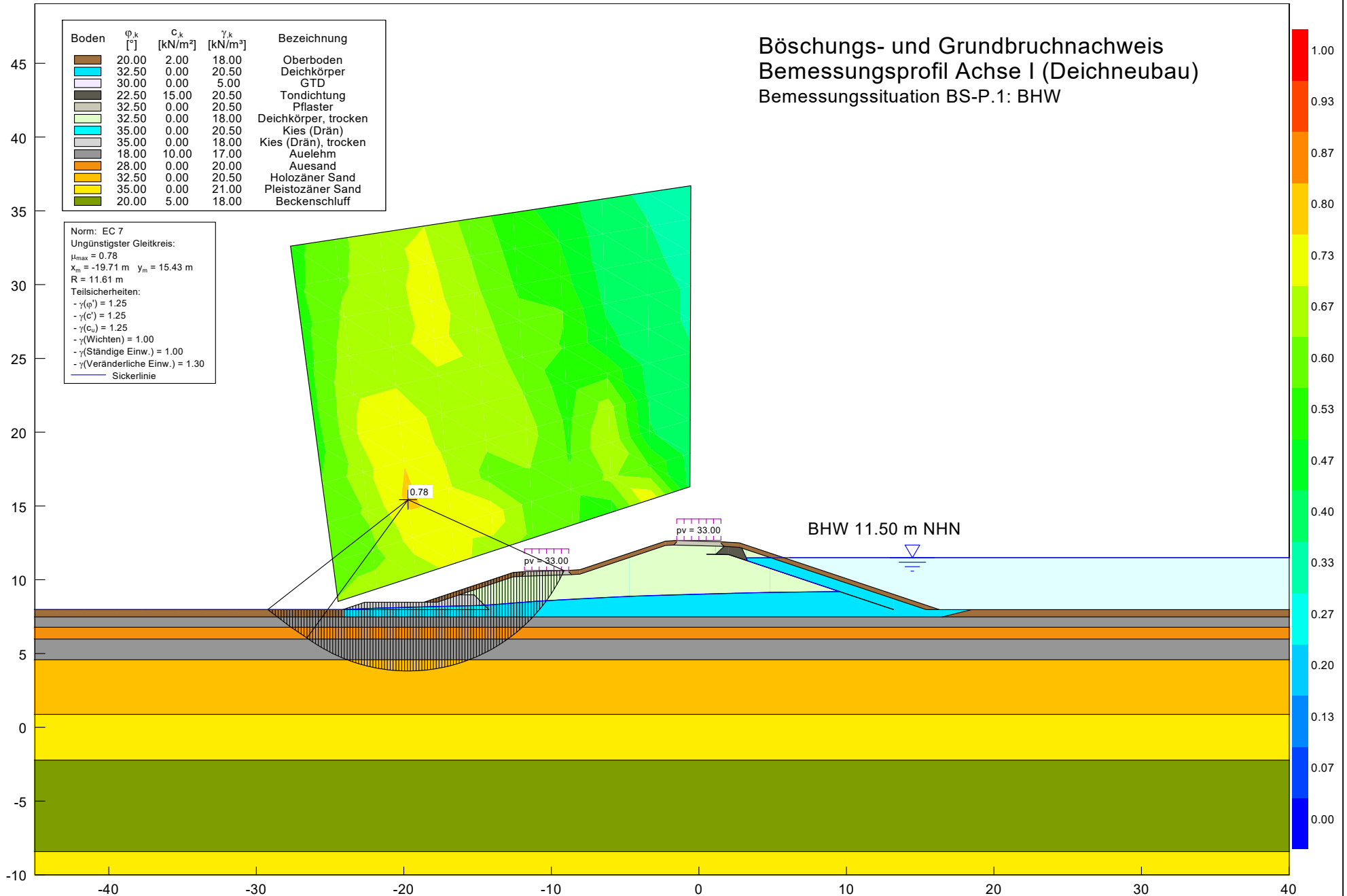
Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Oberboden
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-2}$	$1.000 \cdot 10^{-2}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Pflaster
[White]	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	GTD
[Dark Green]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Tondichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Deichkörper
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Altdeich
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-6}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auesand
[Grey]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Auelehm
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.35	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Holozäner Sand
[Light Grey]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.30	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Kiesfilter

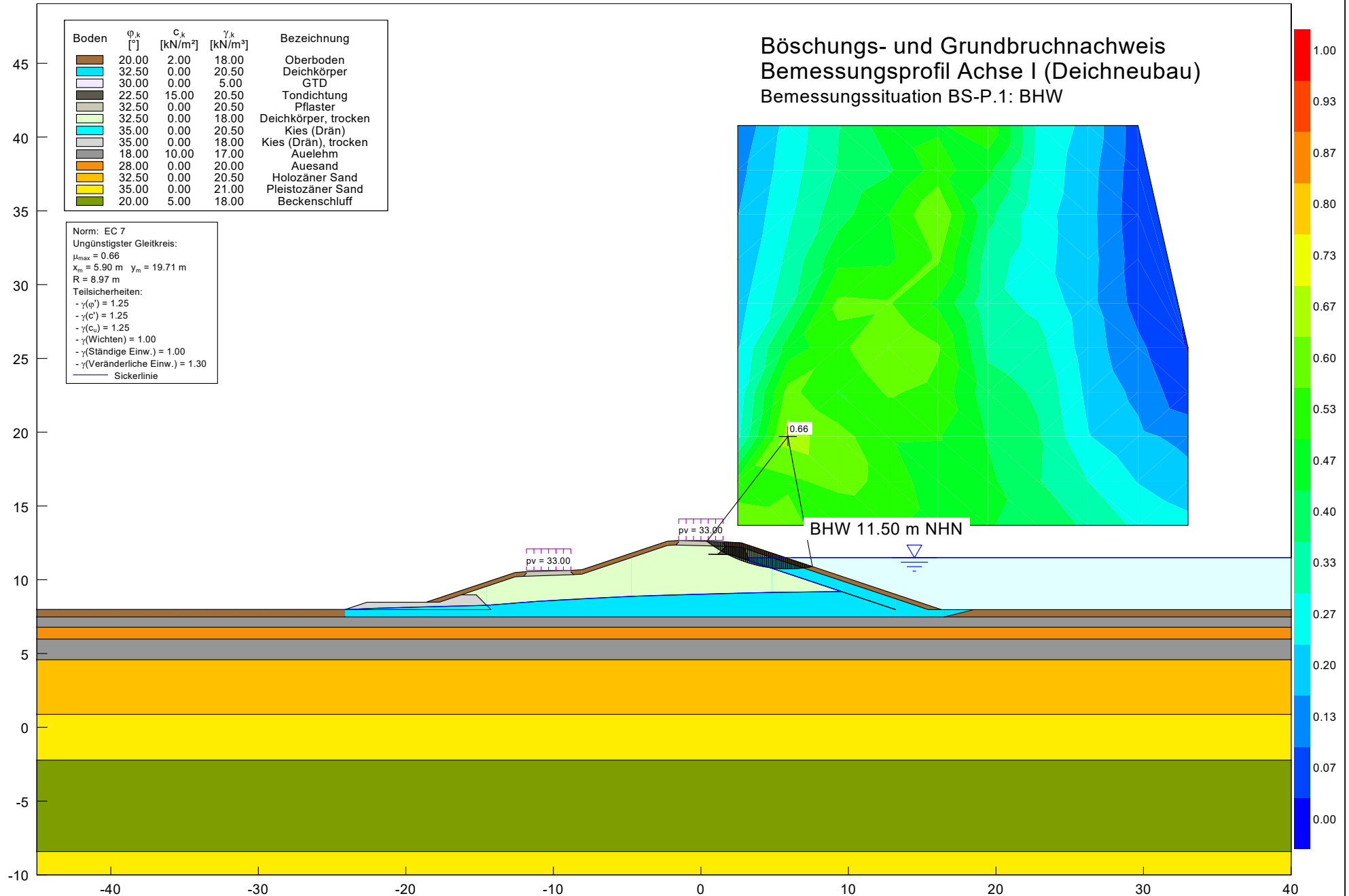
Zeit = 2937600.0 Sekunden
Isolinien
Potentiale



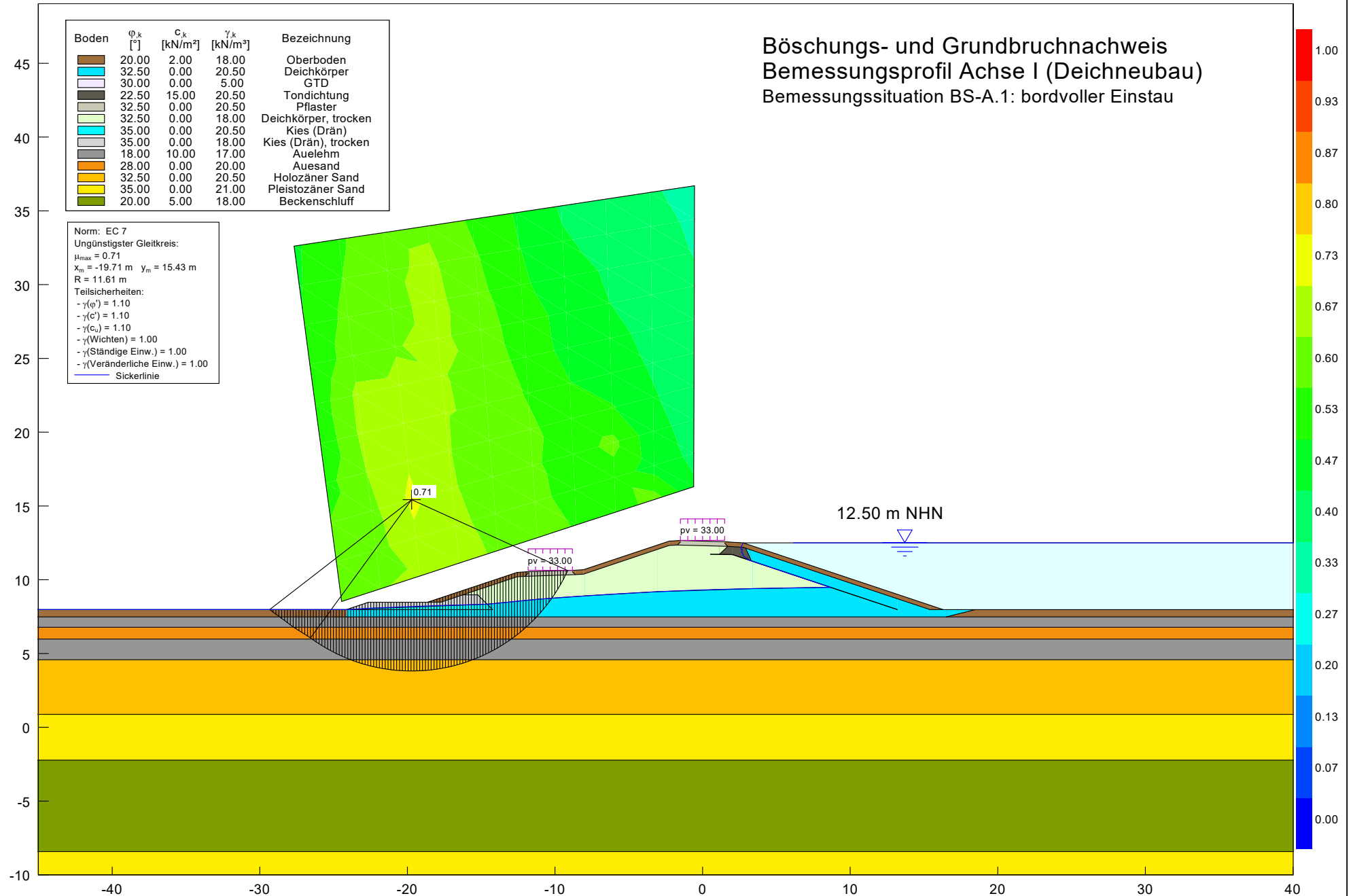
ANLAGE 4 - BÖSCHUNGS- UND GRUNDBRUCHNACHWEISE

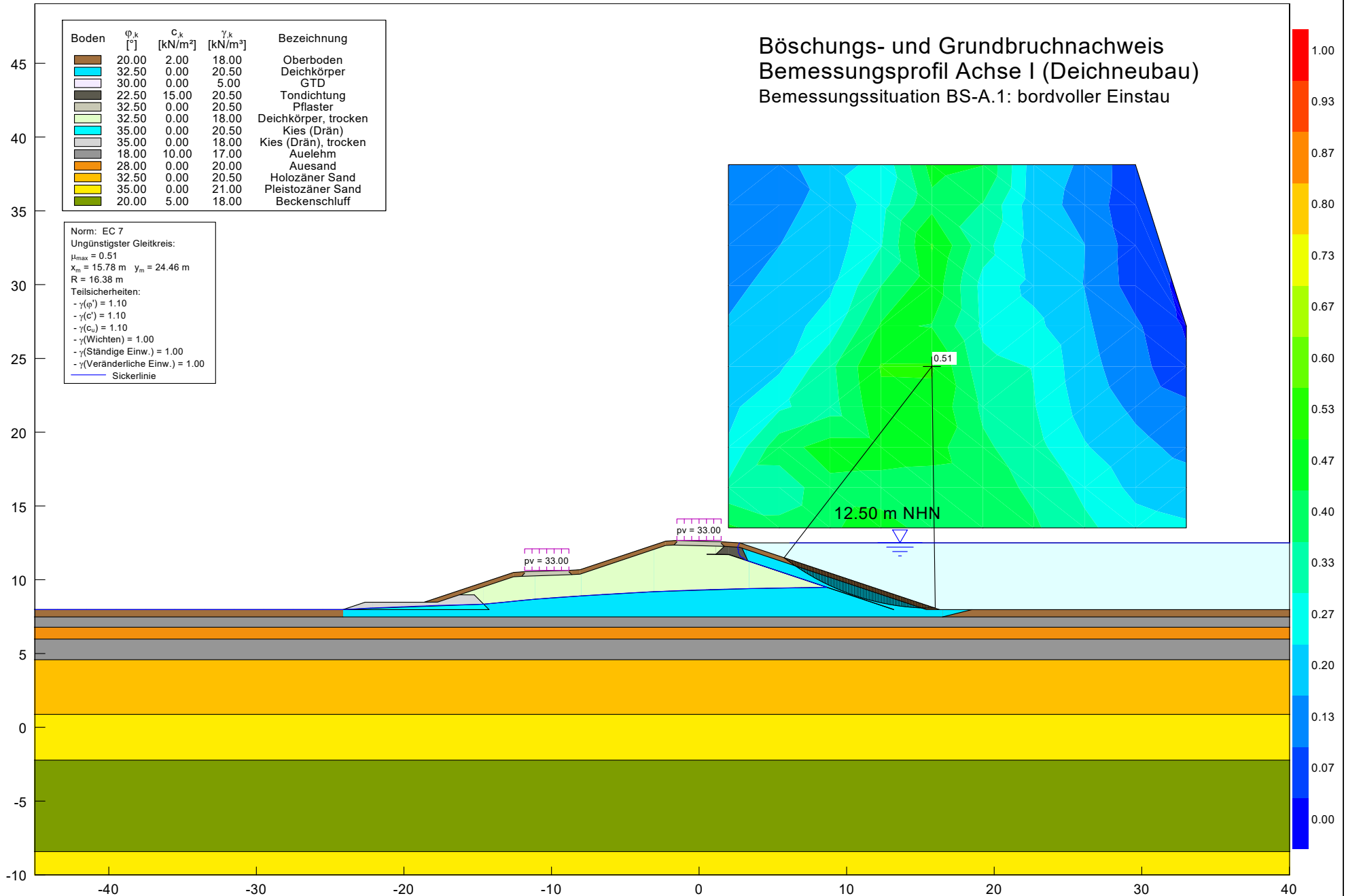
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW



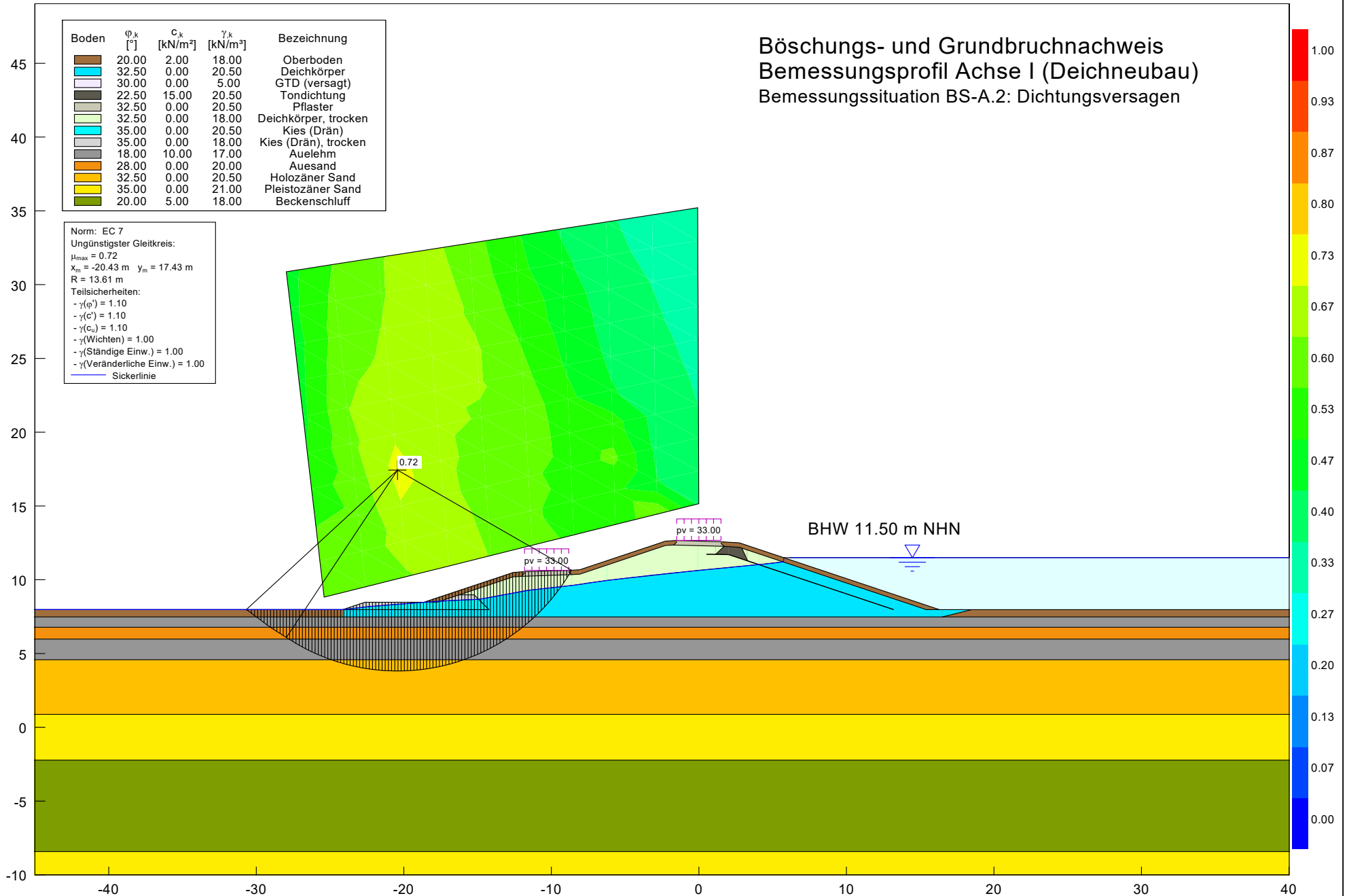


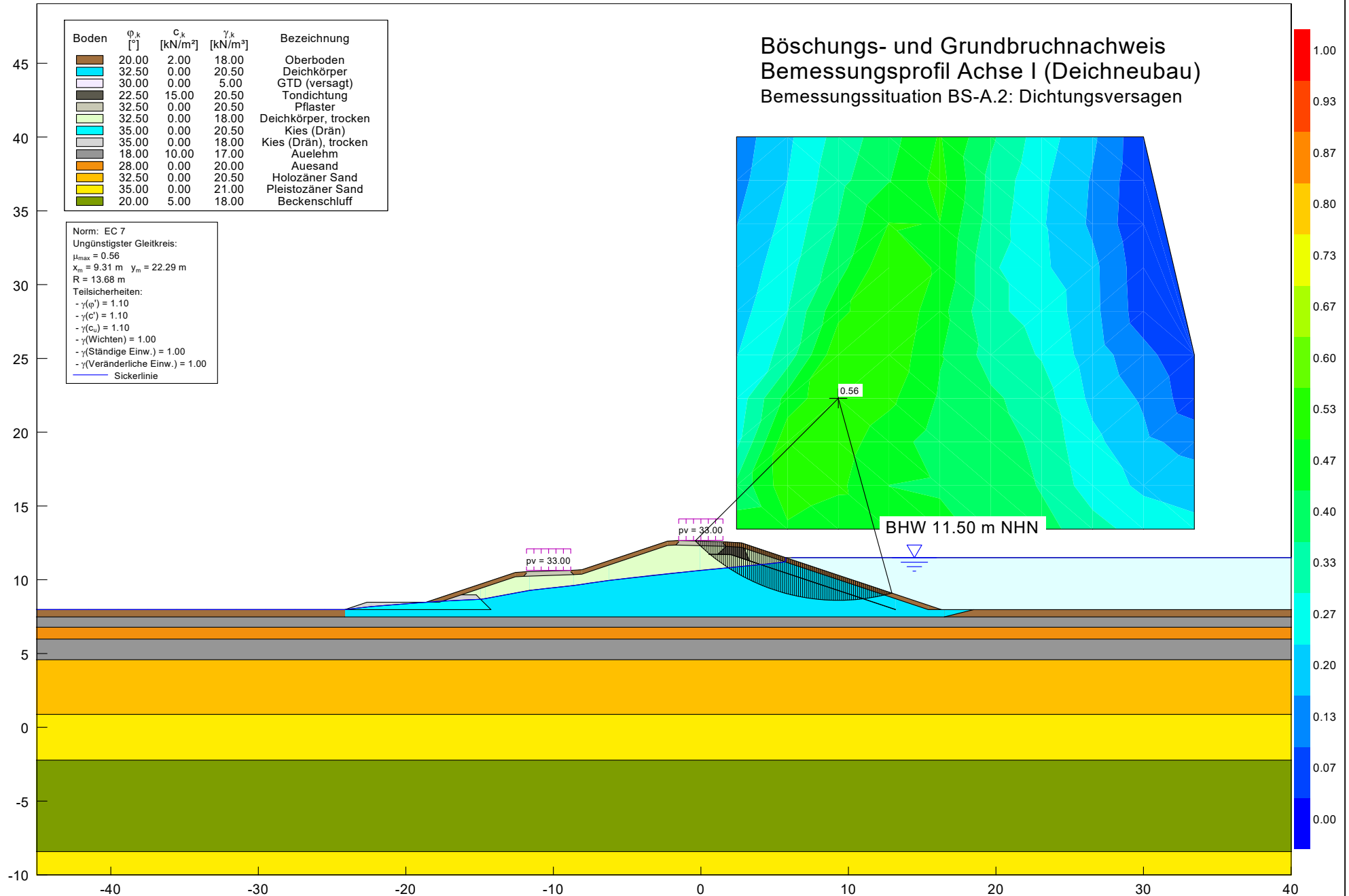
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau



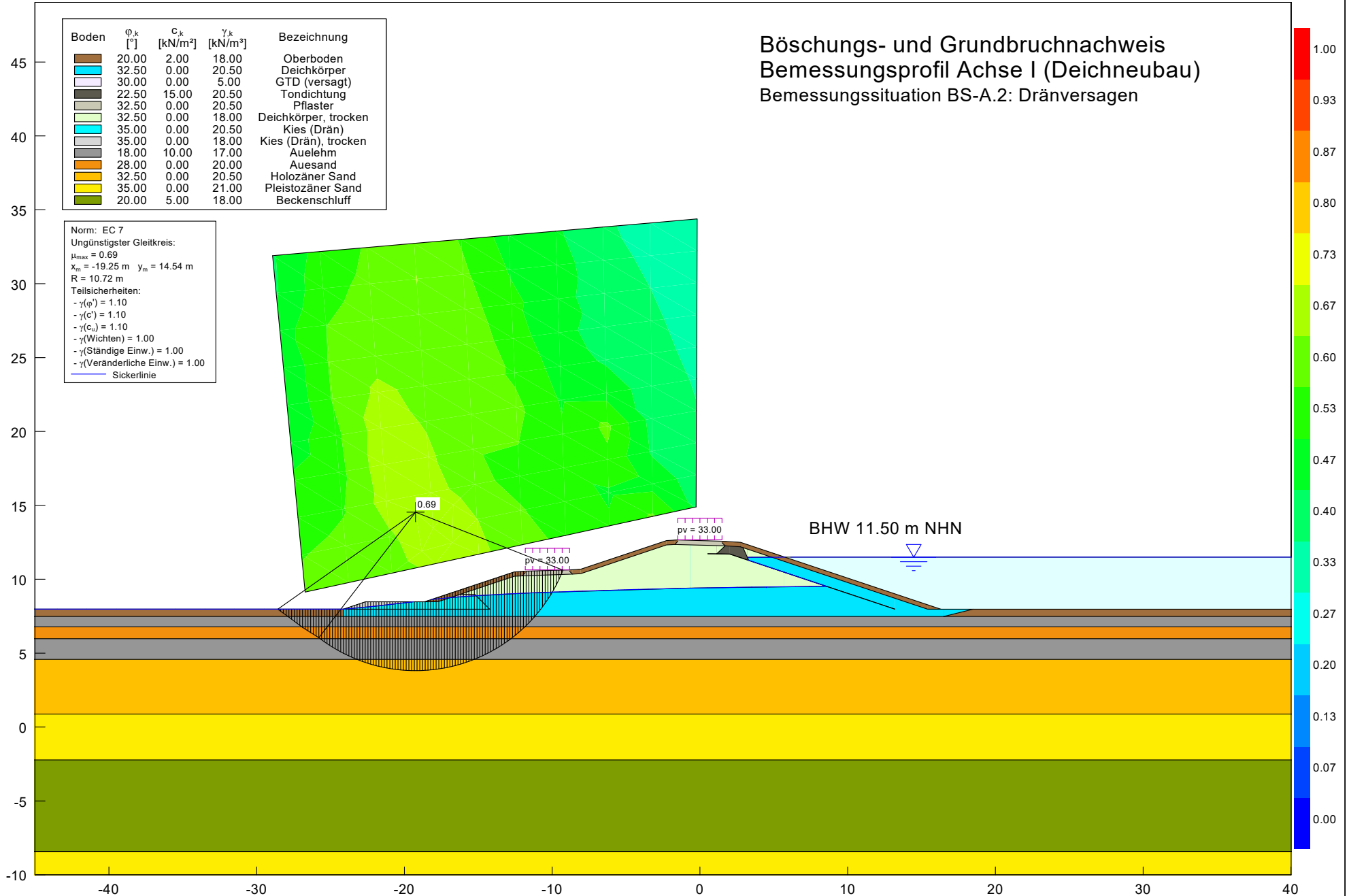


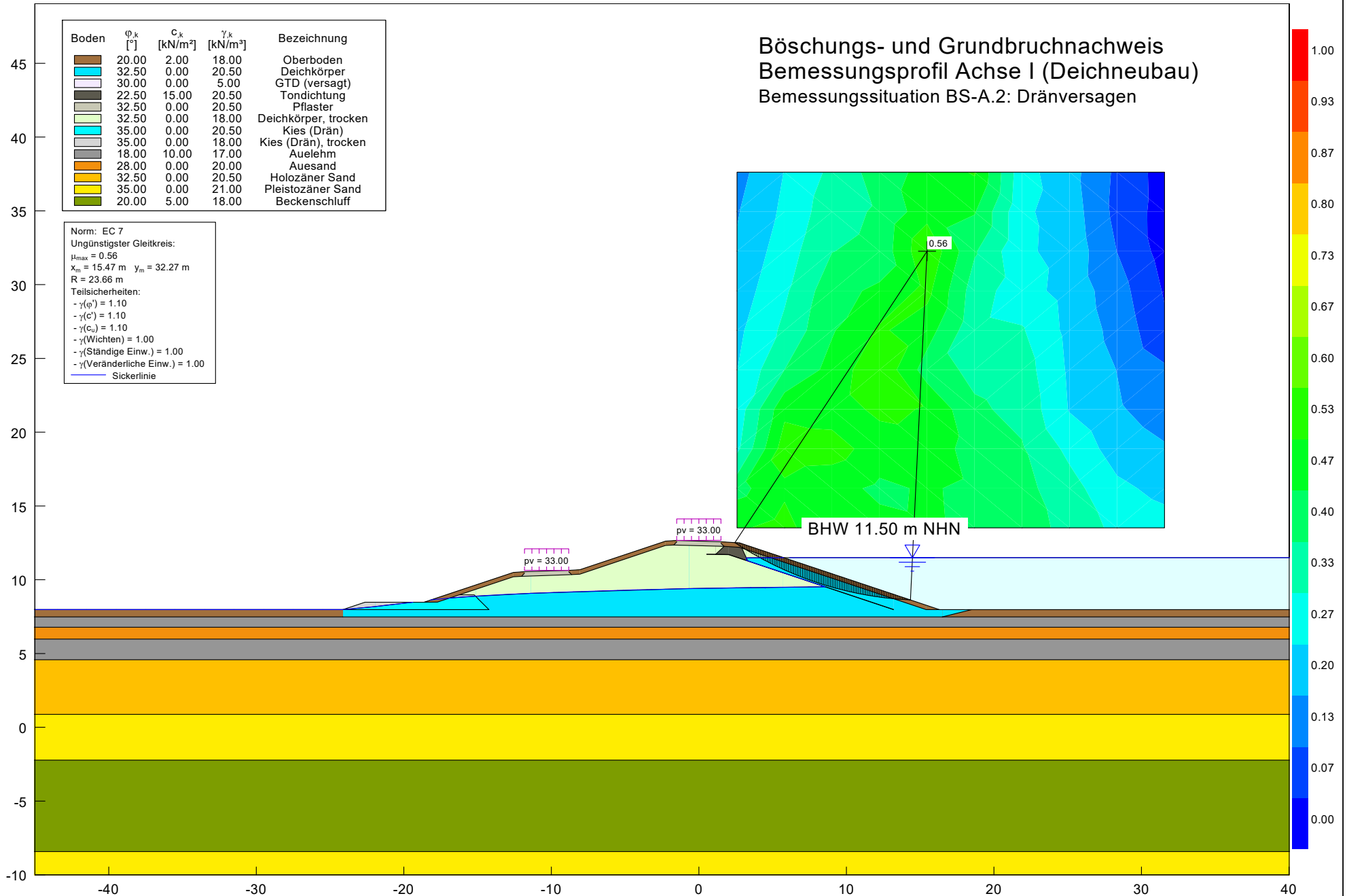
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

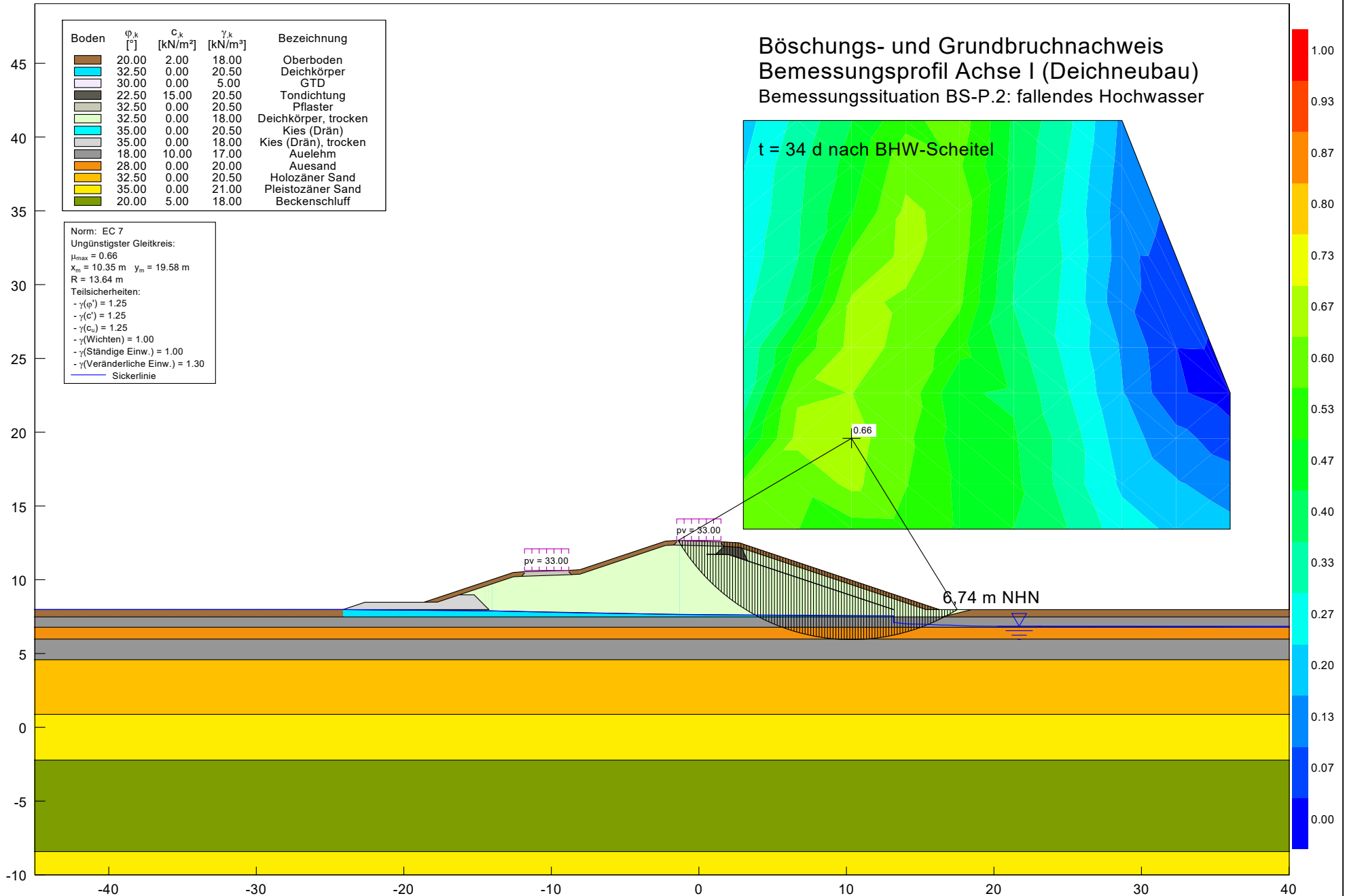




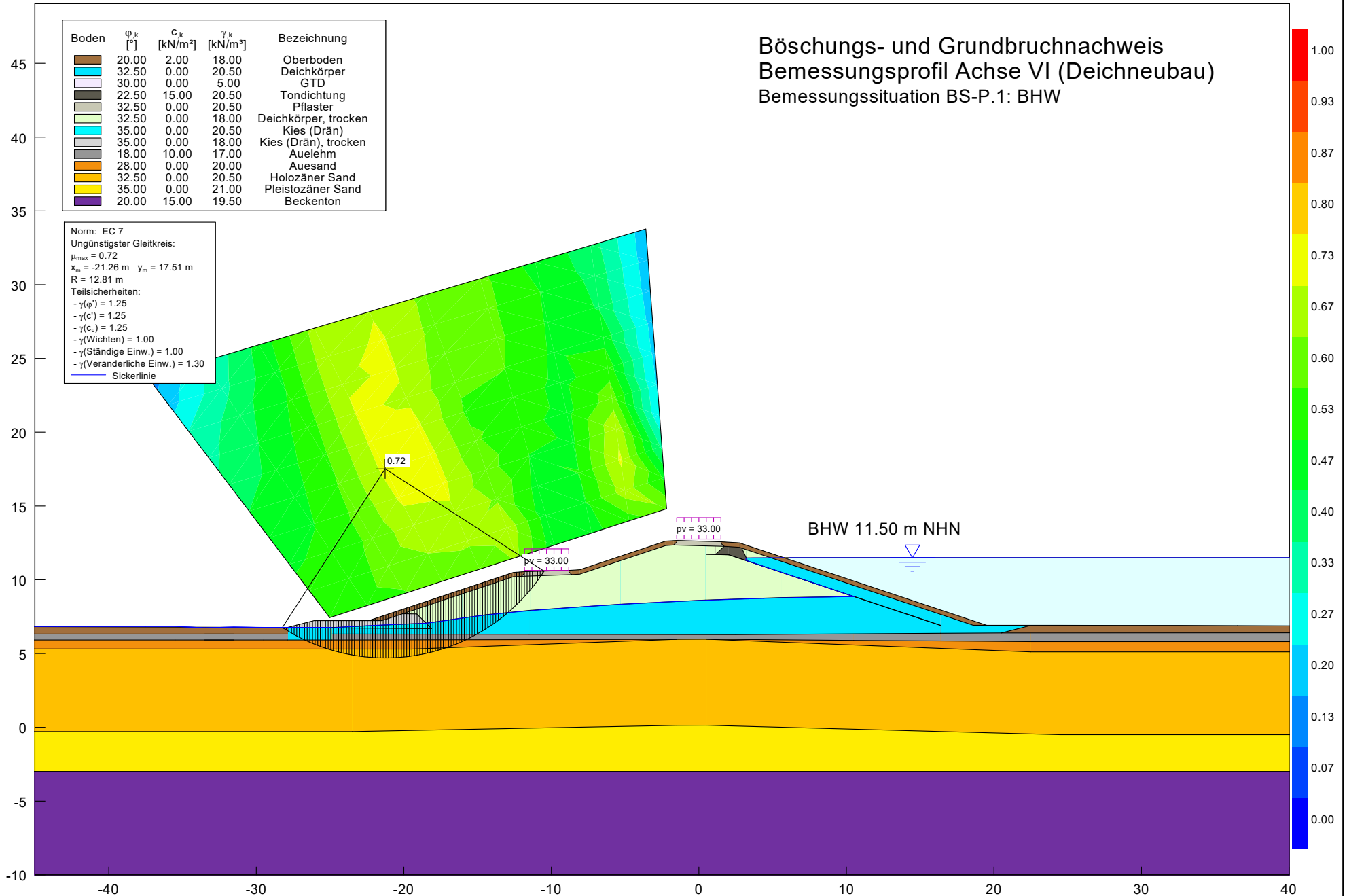
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

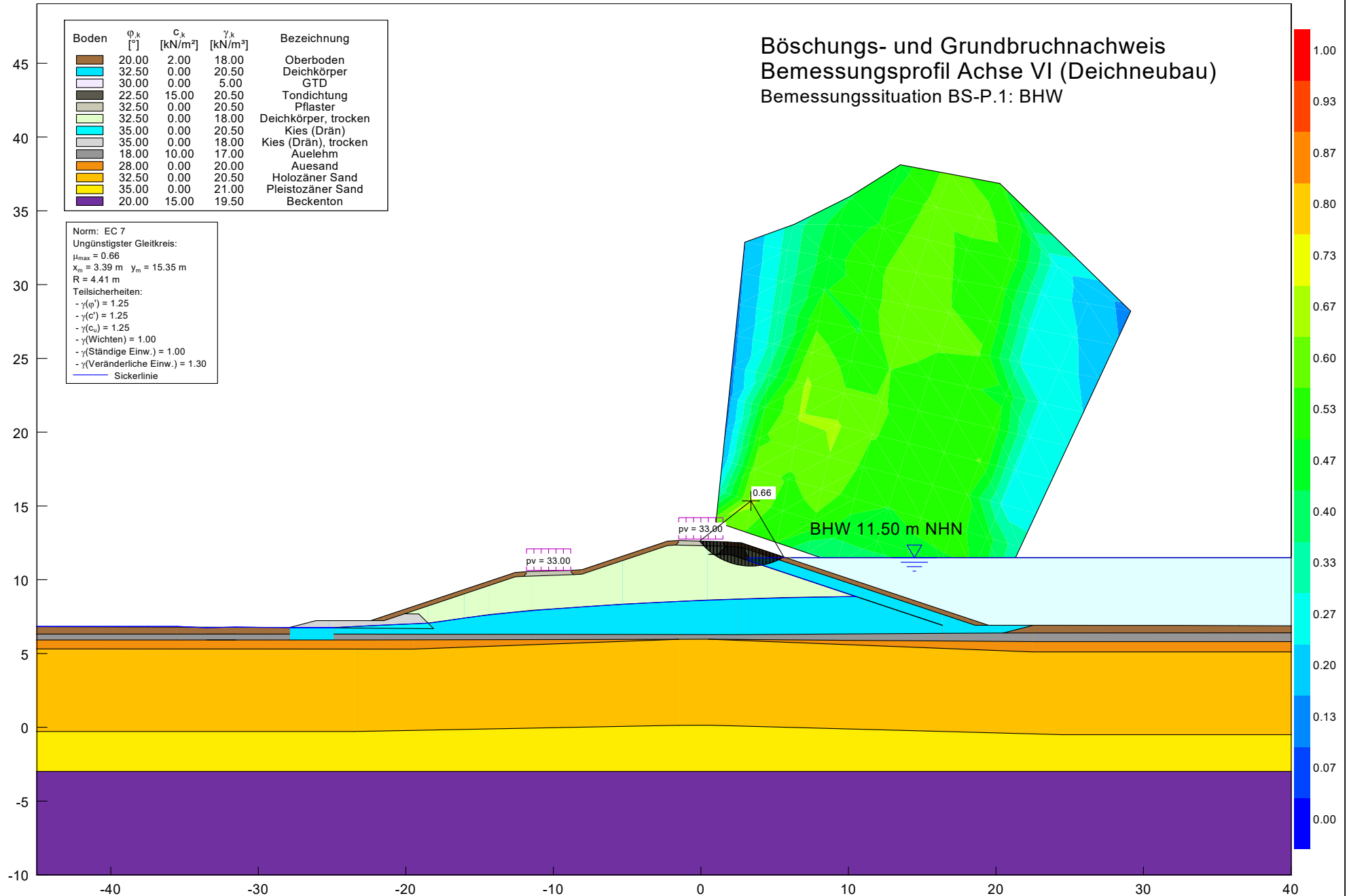




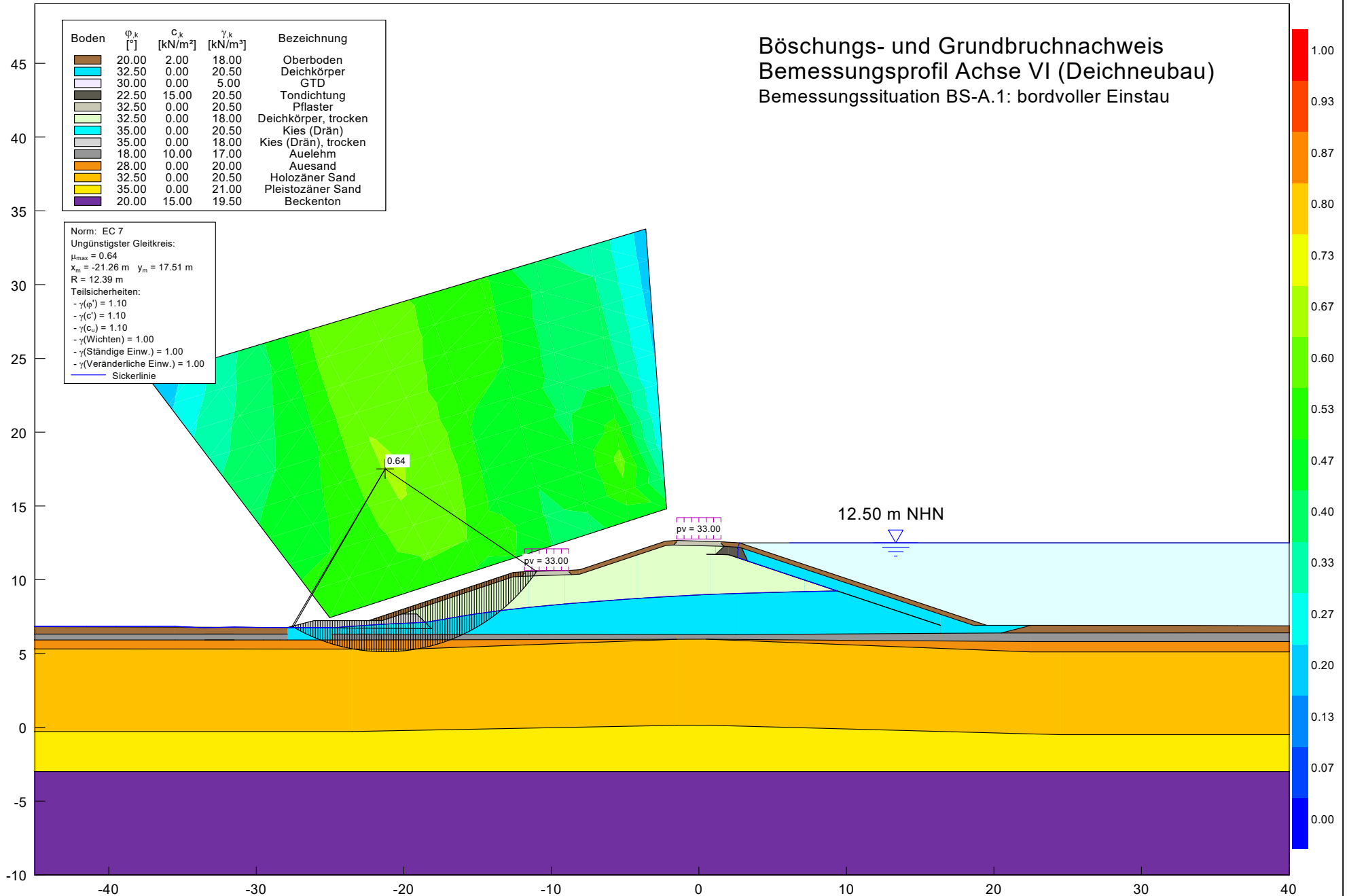


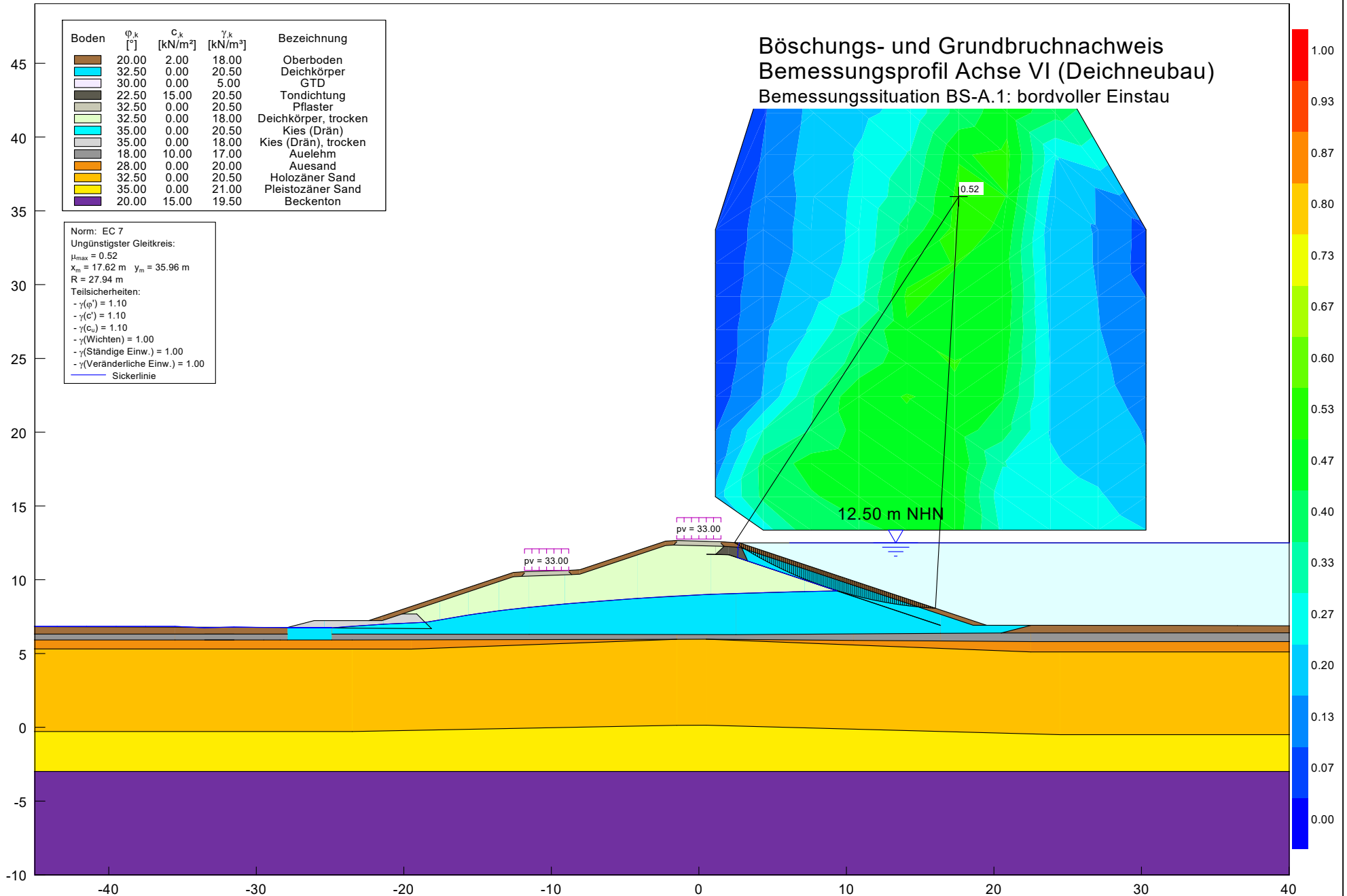
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW



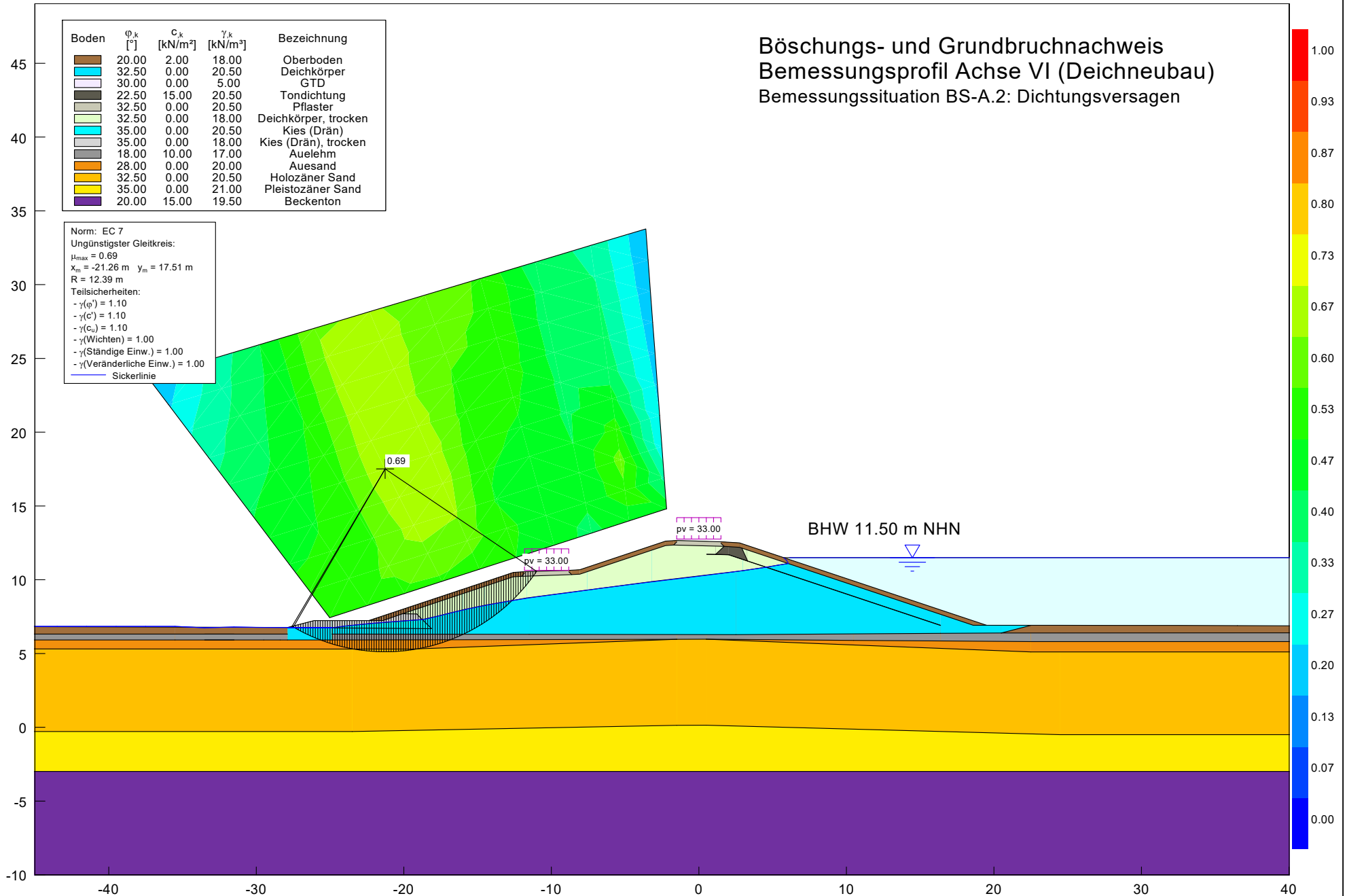


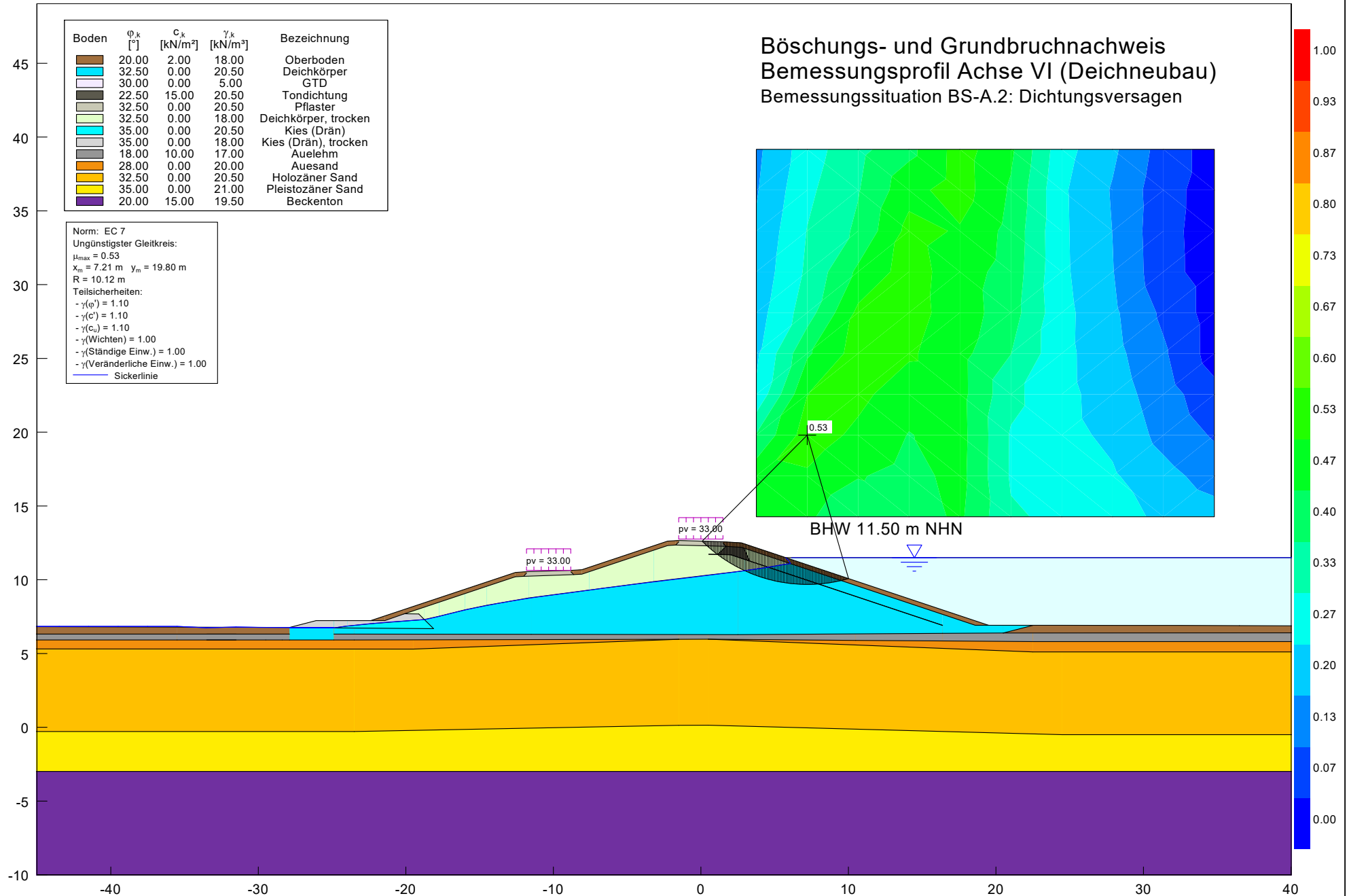
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau



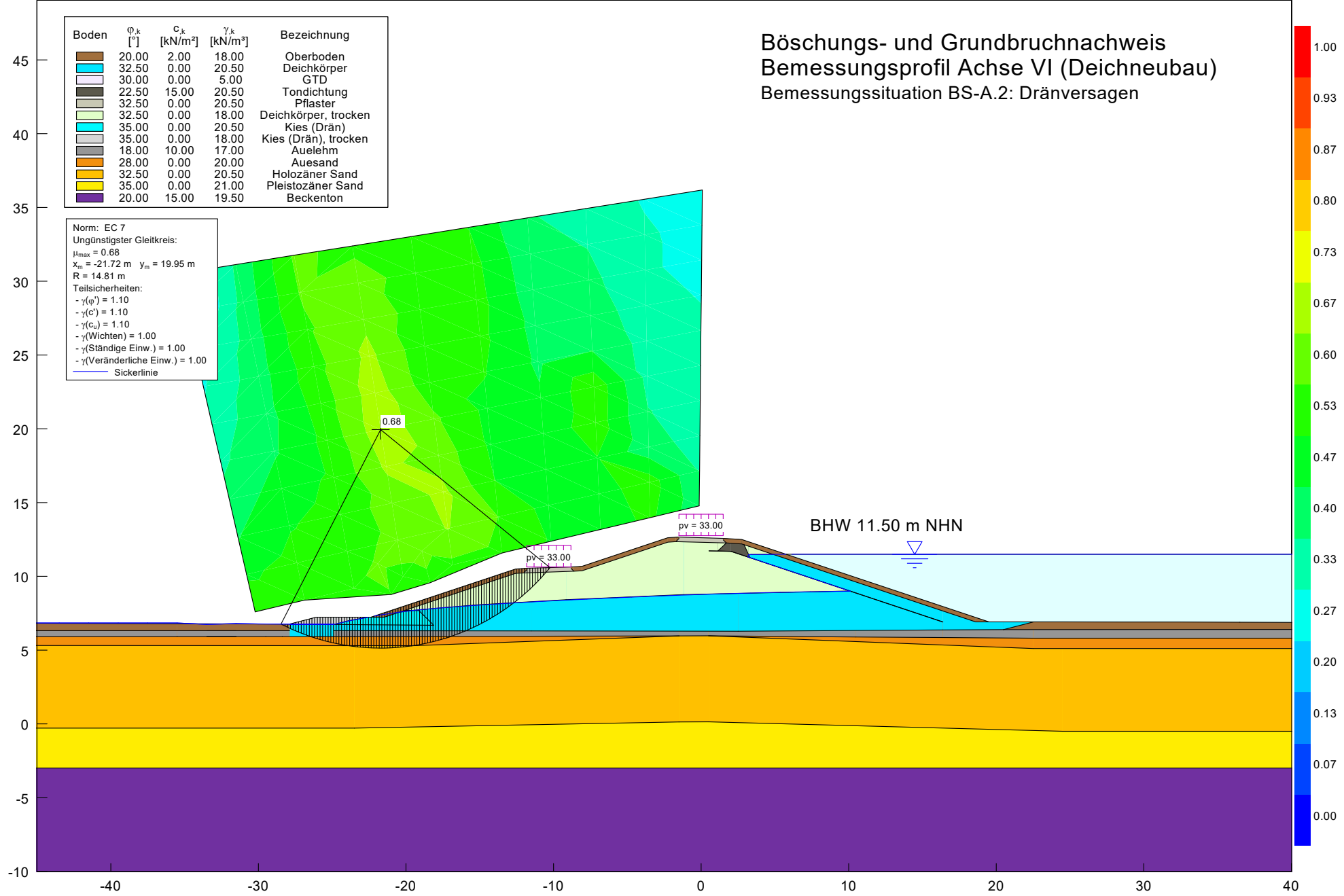


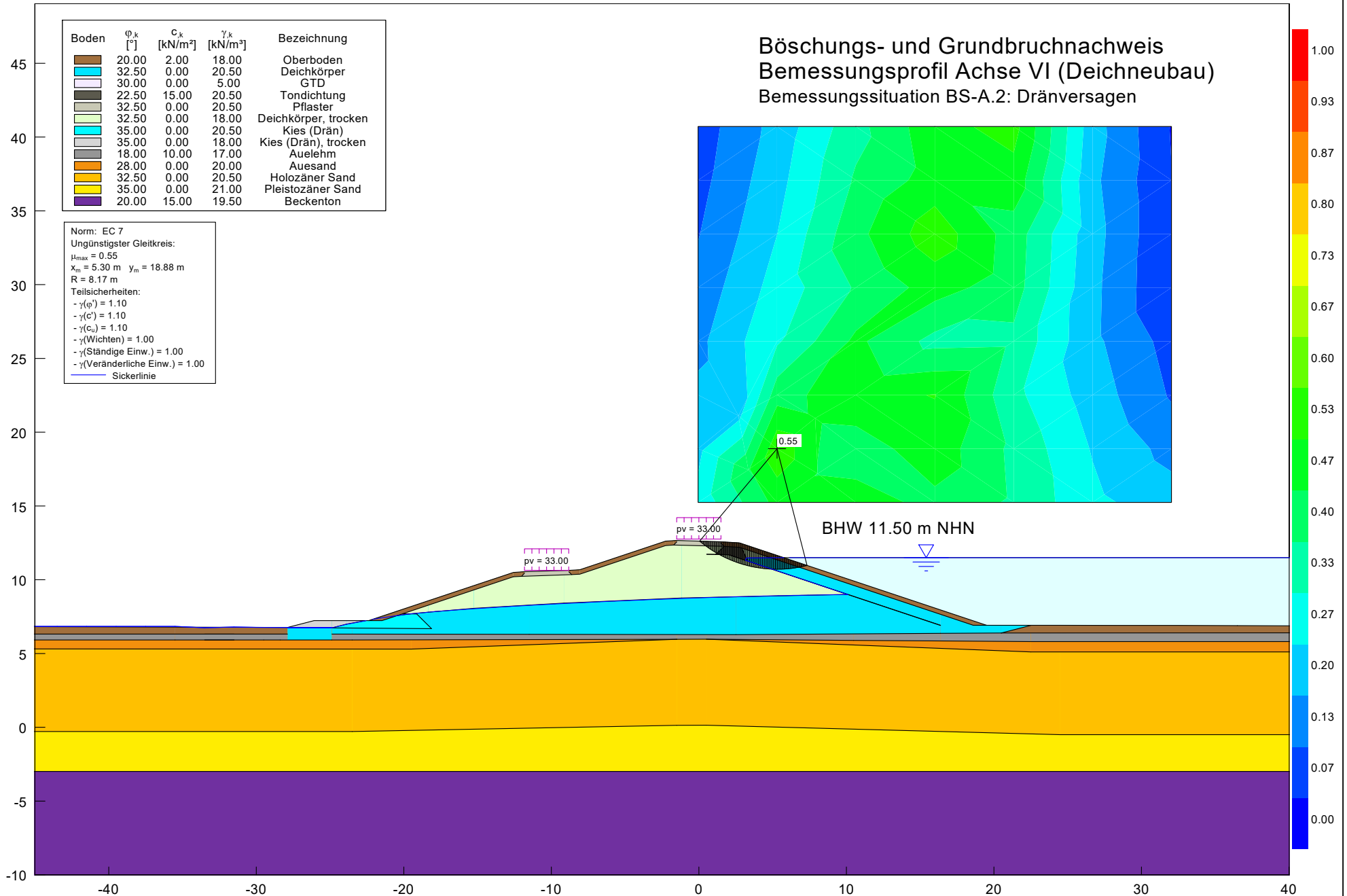
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

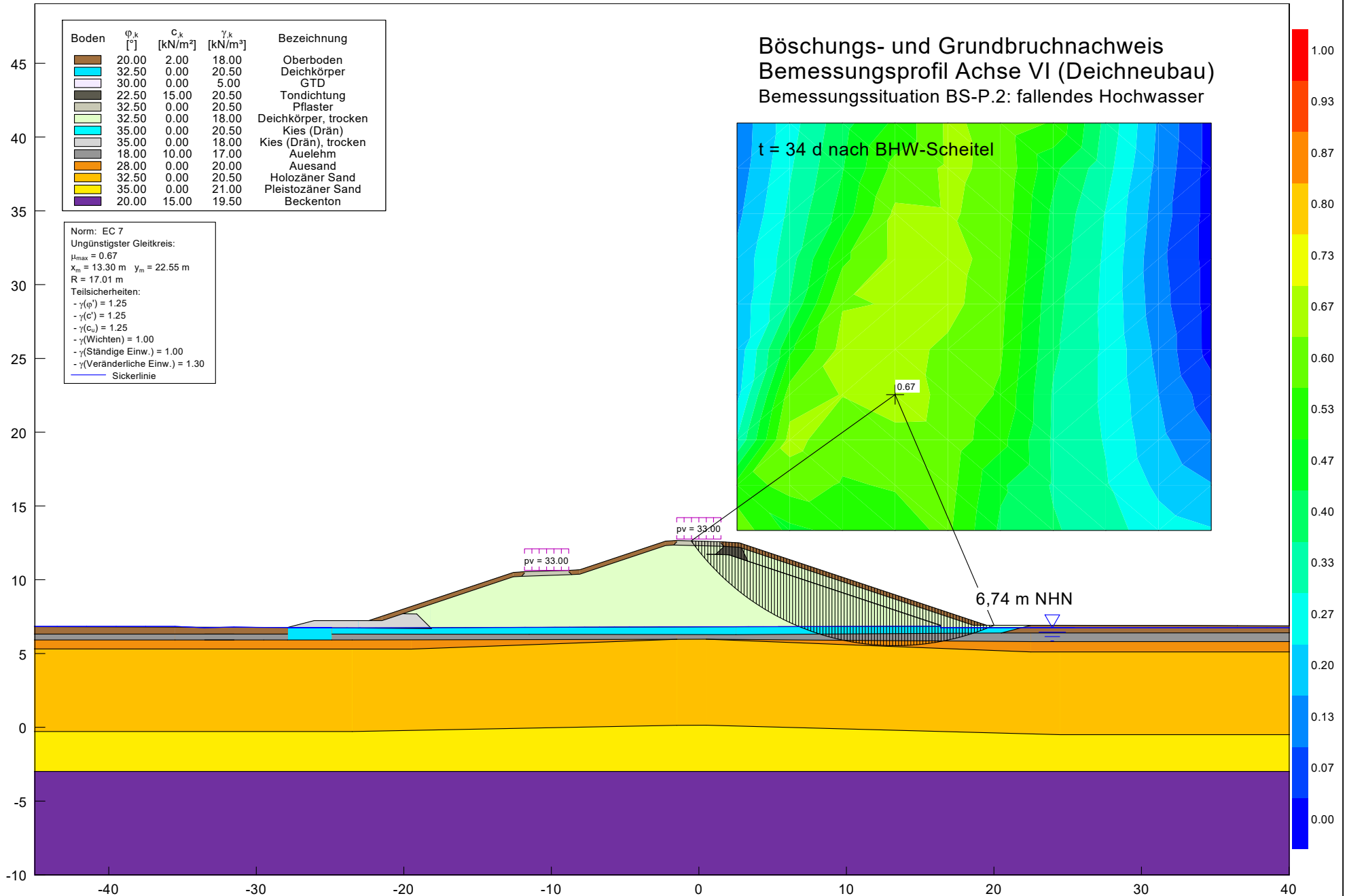




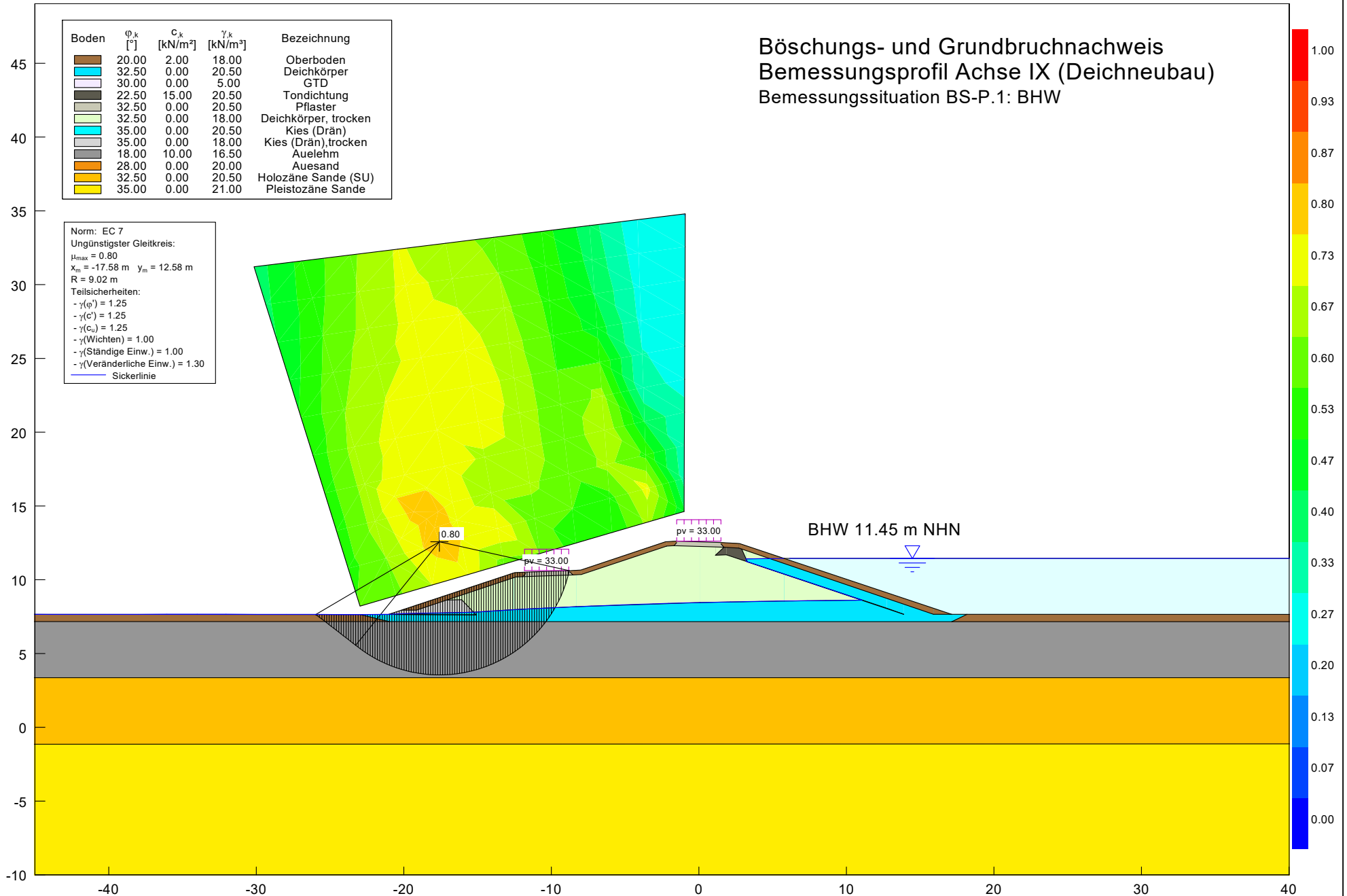
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

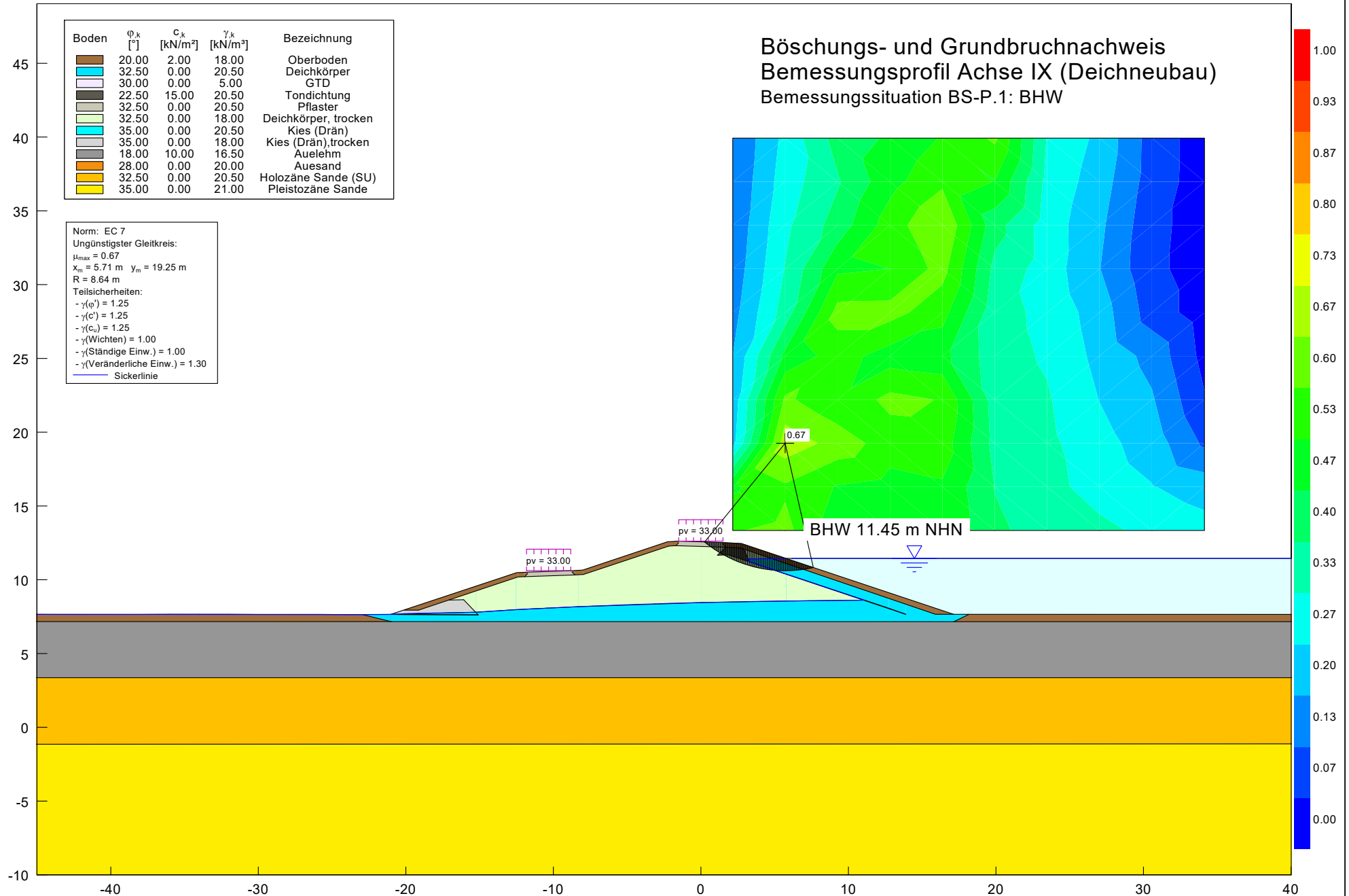




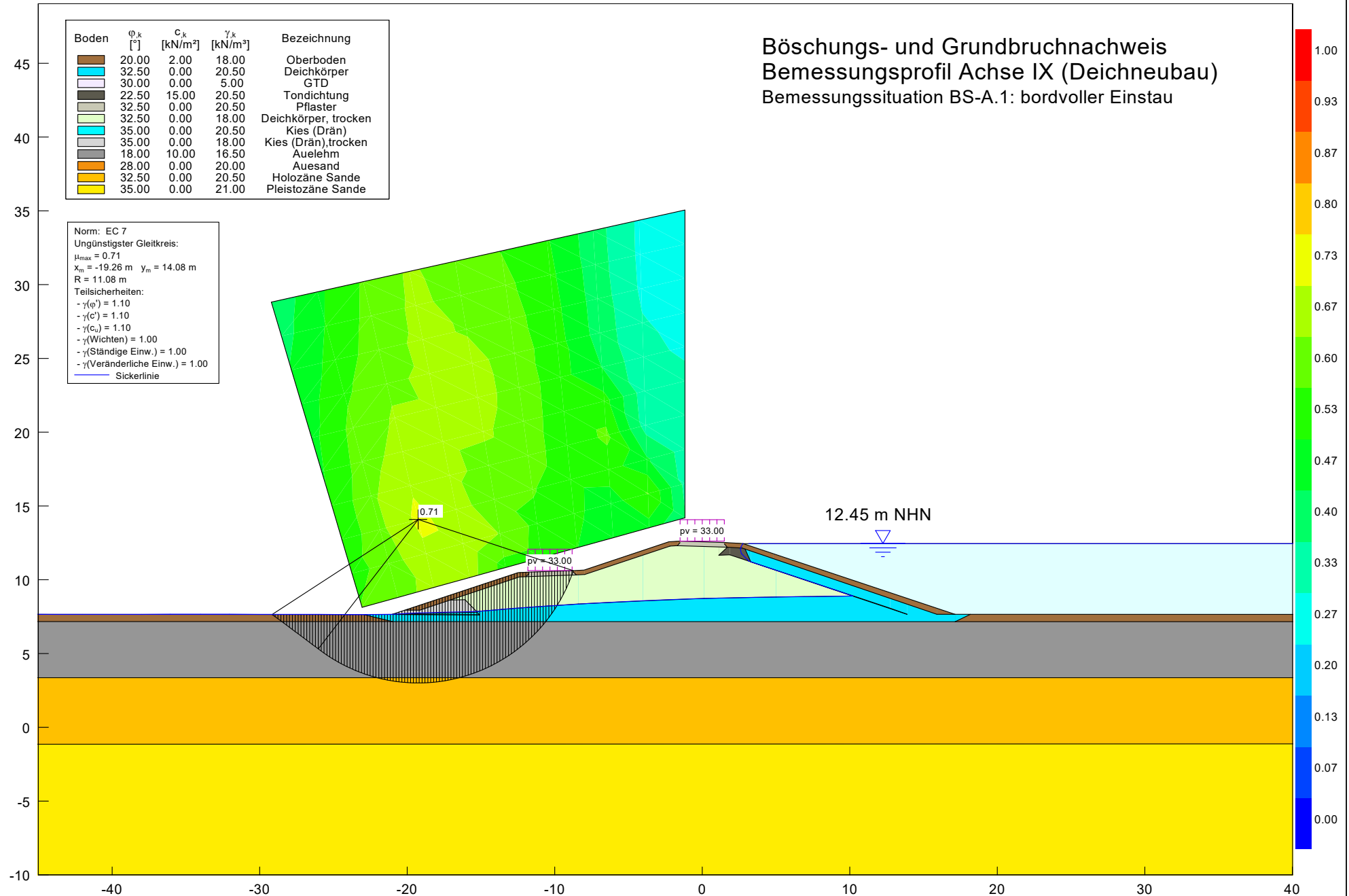


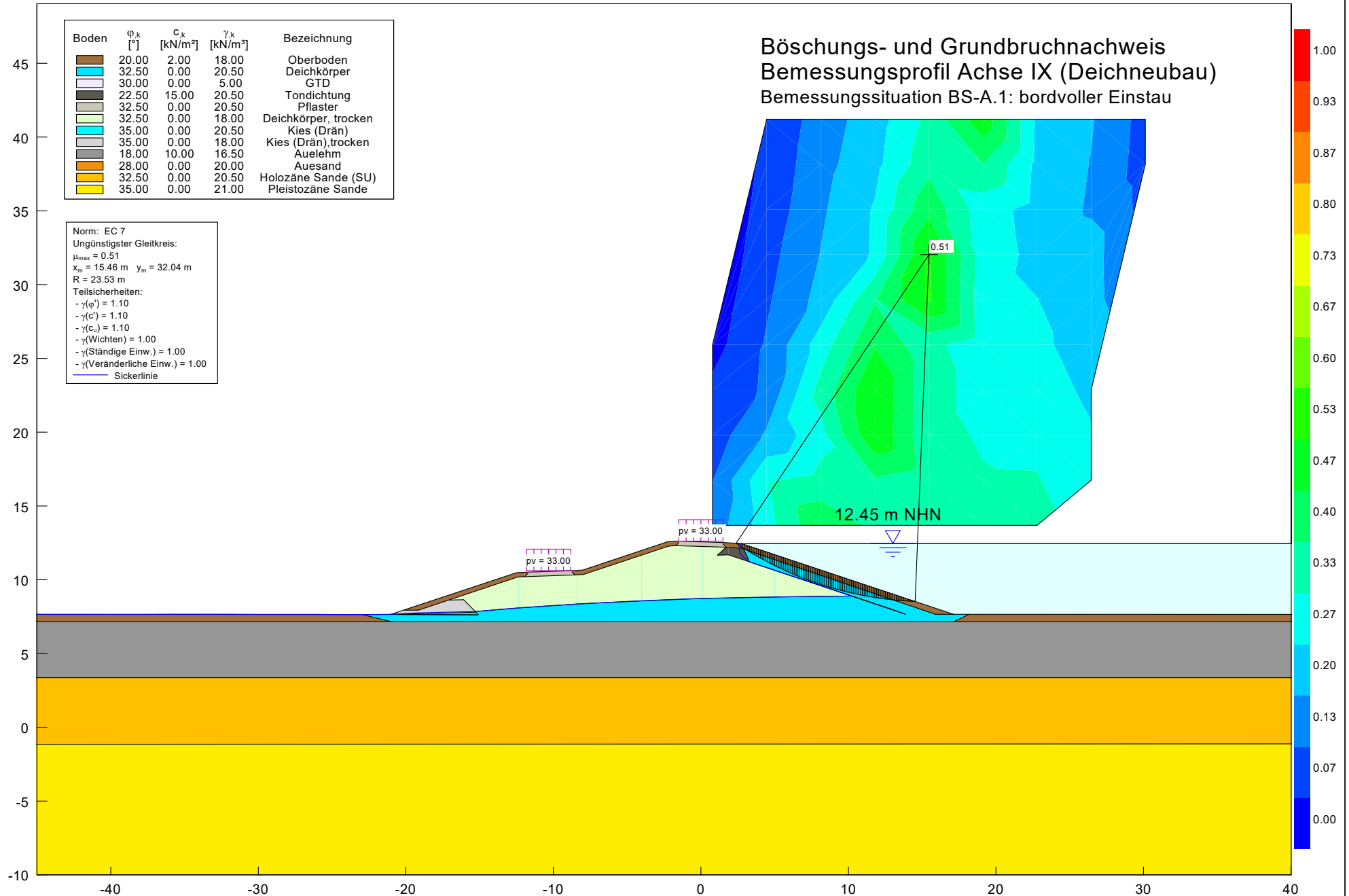
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW



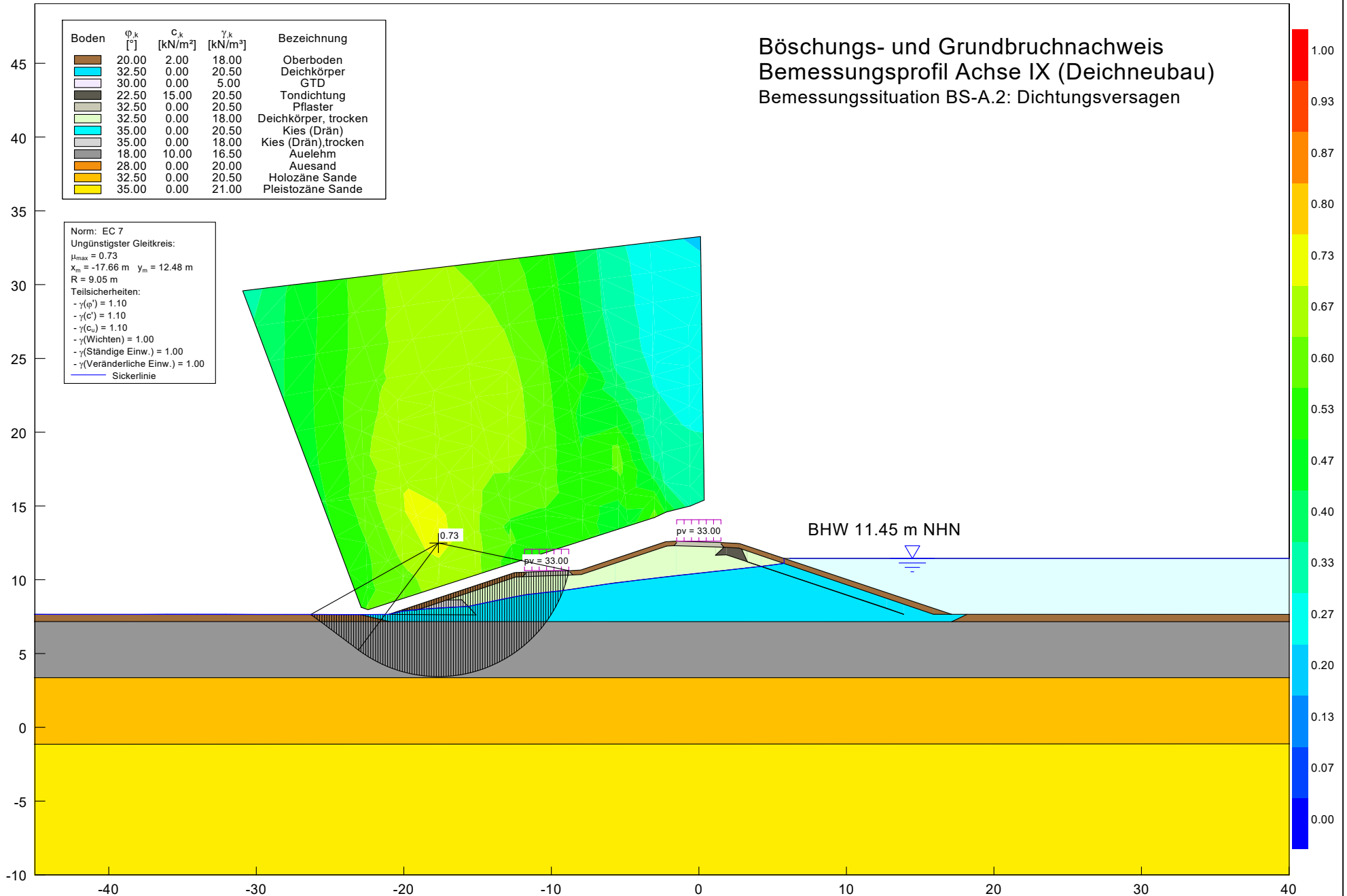


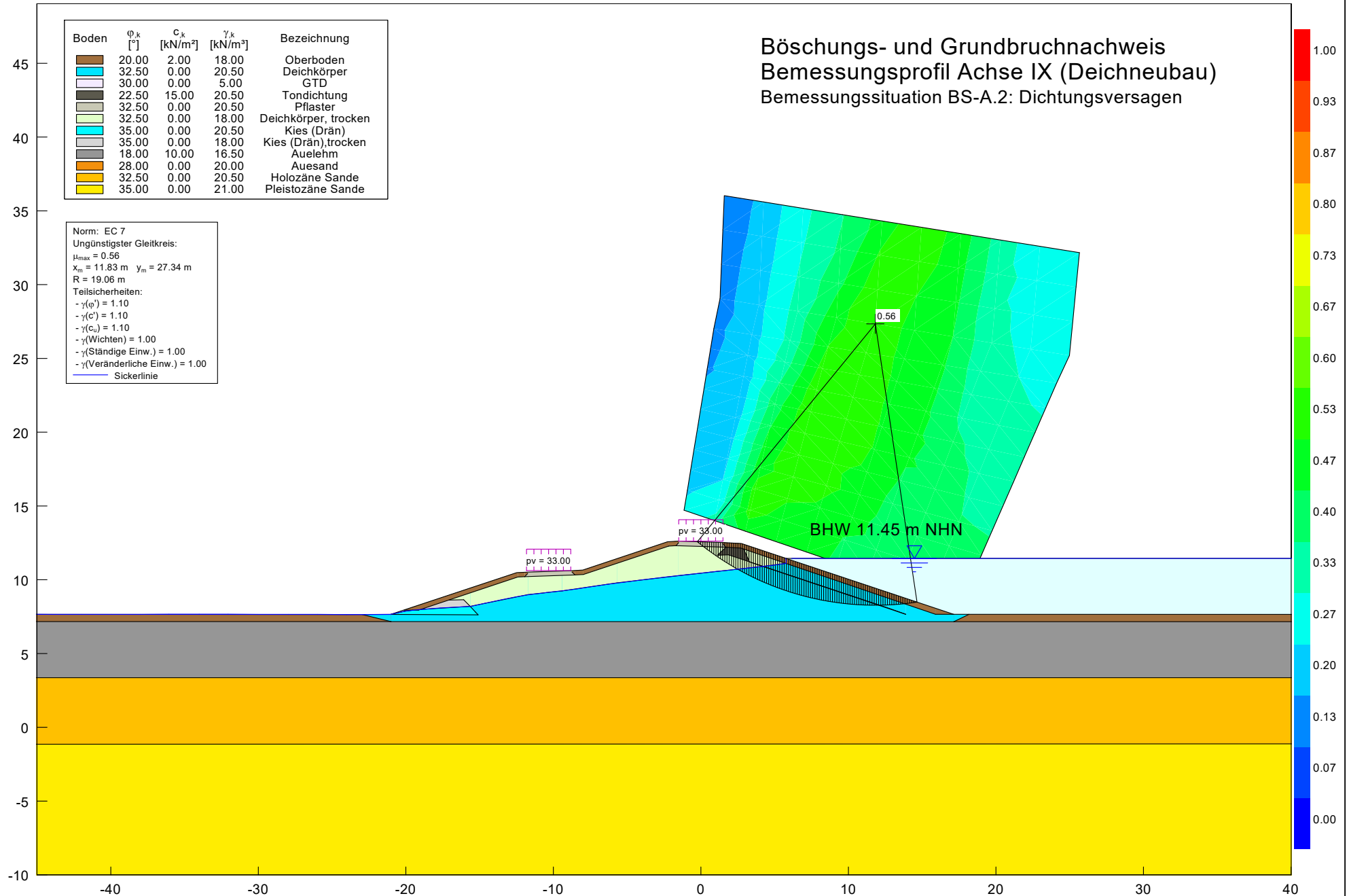
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau



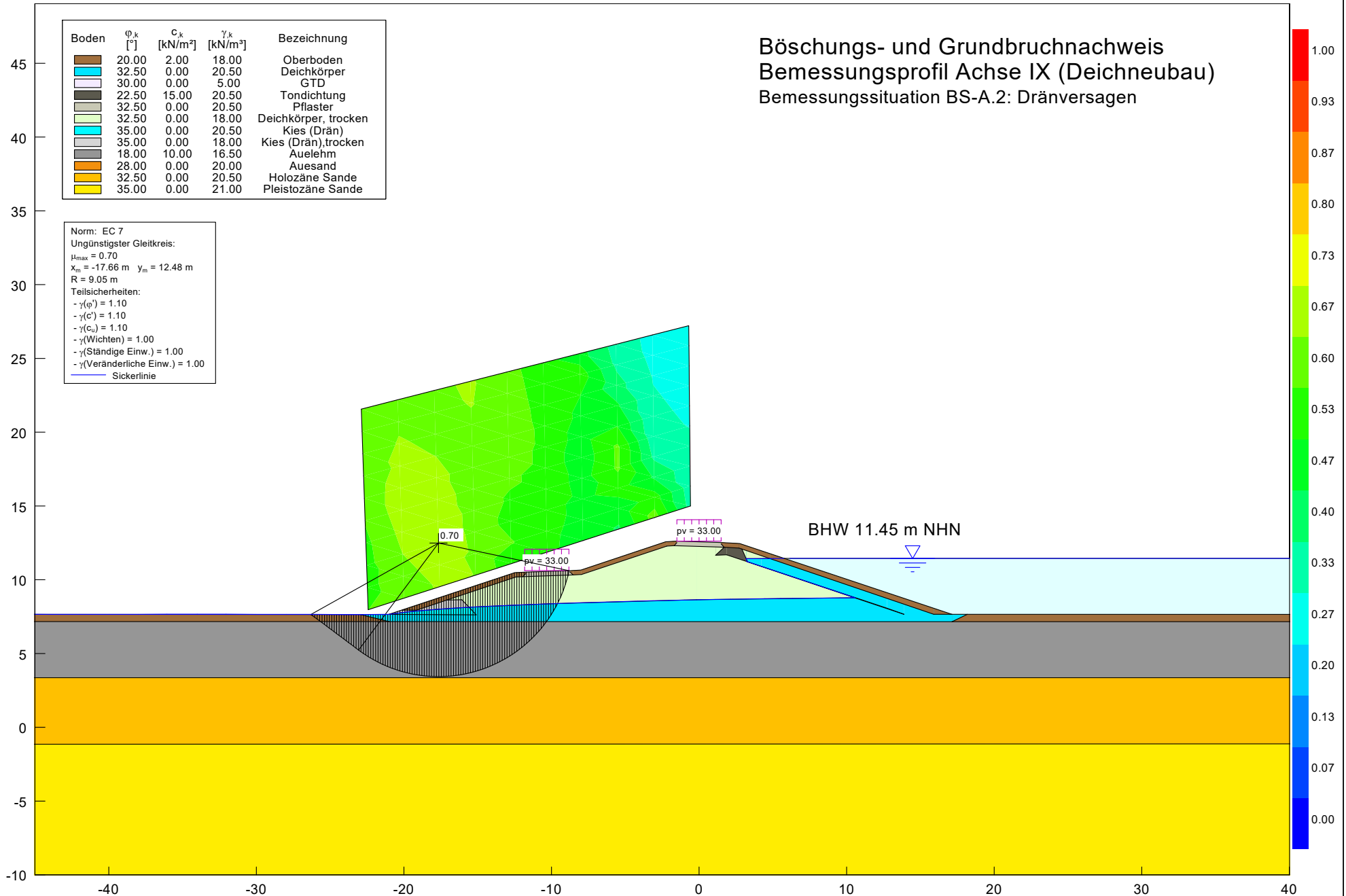


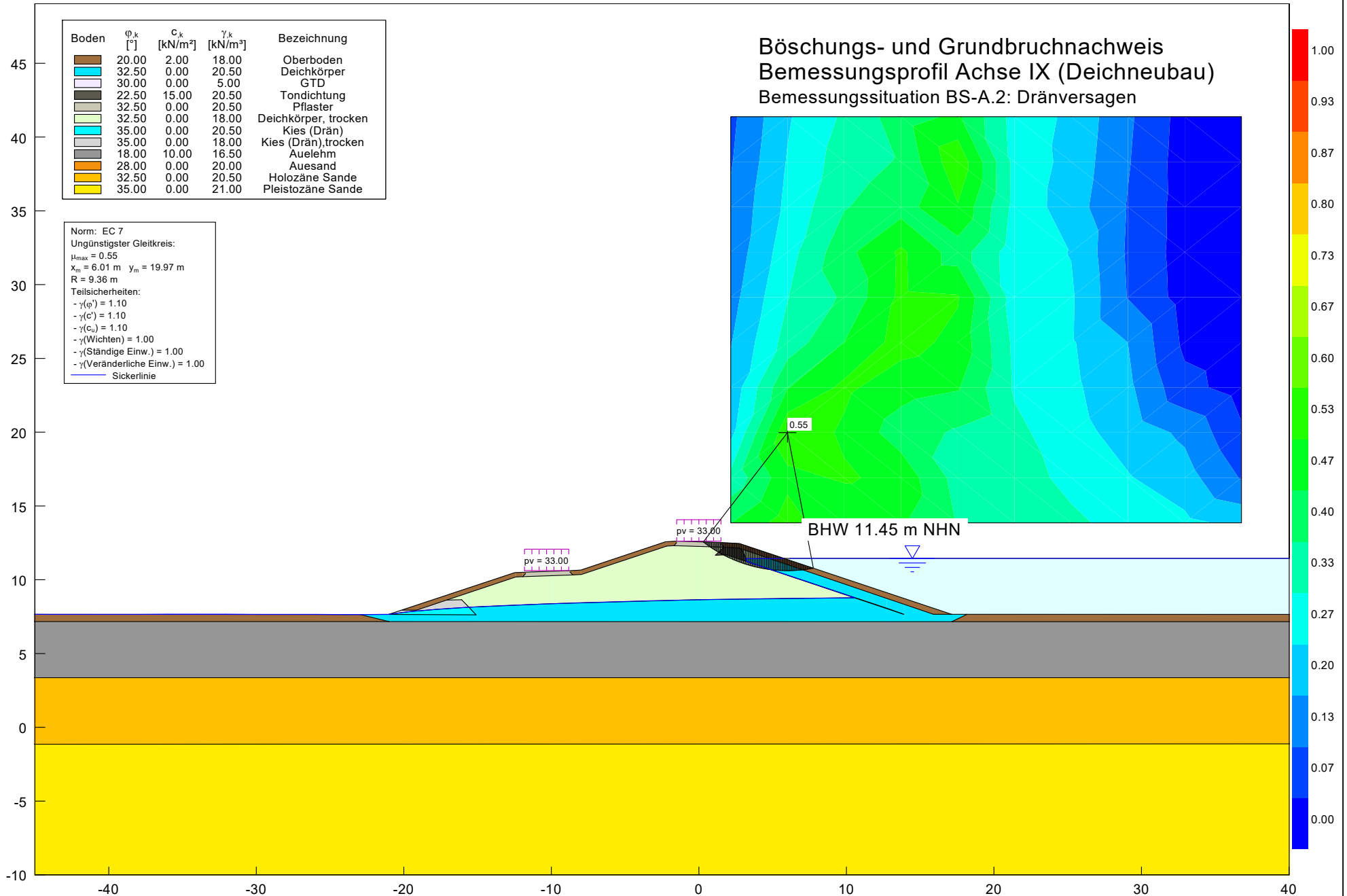
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

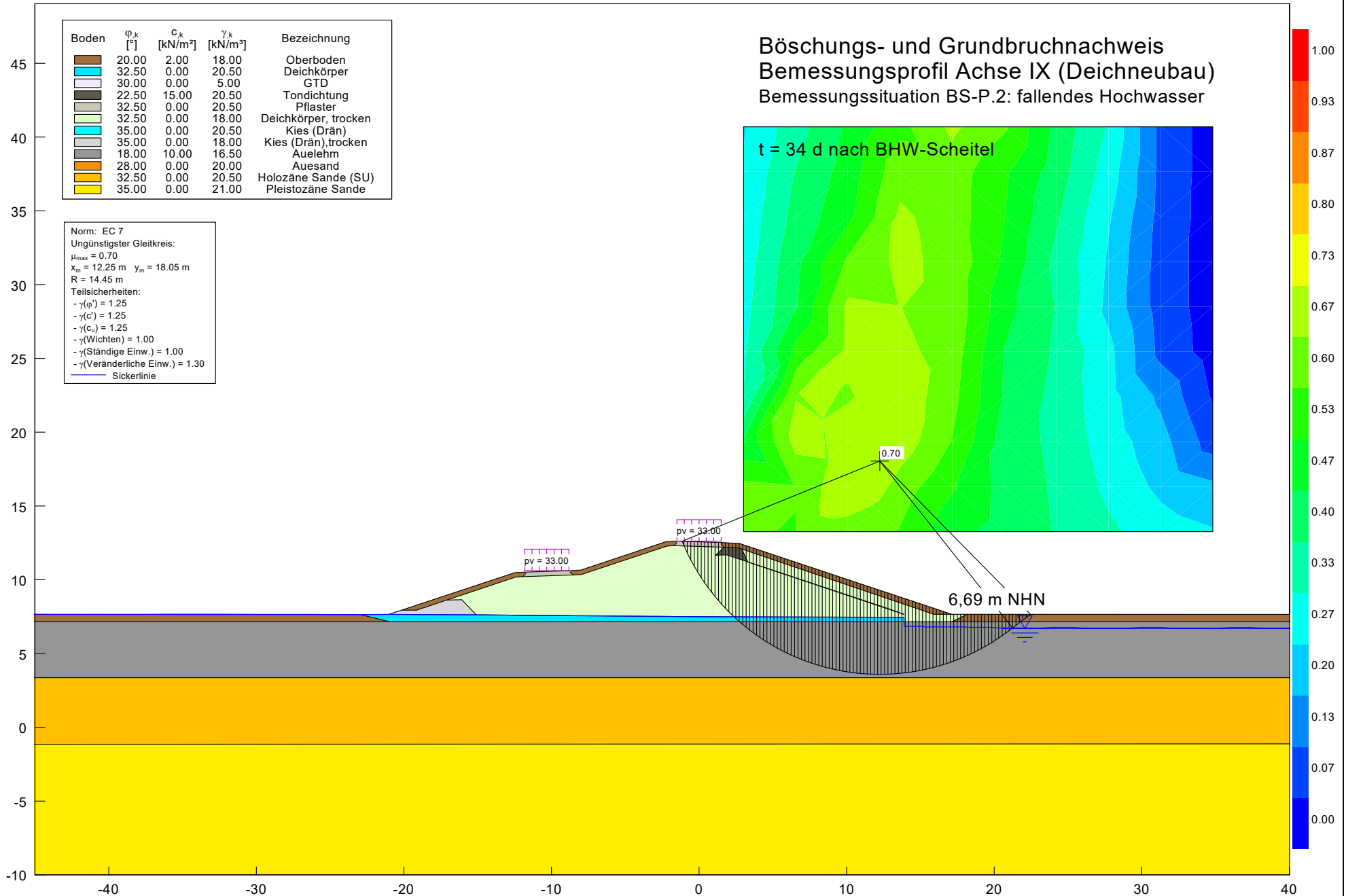




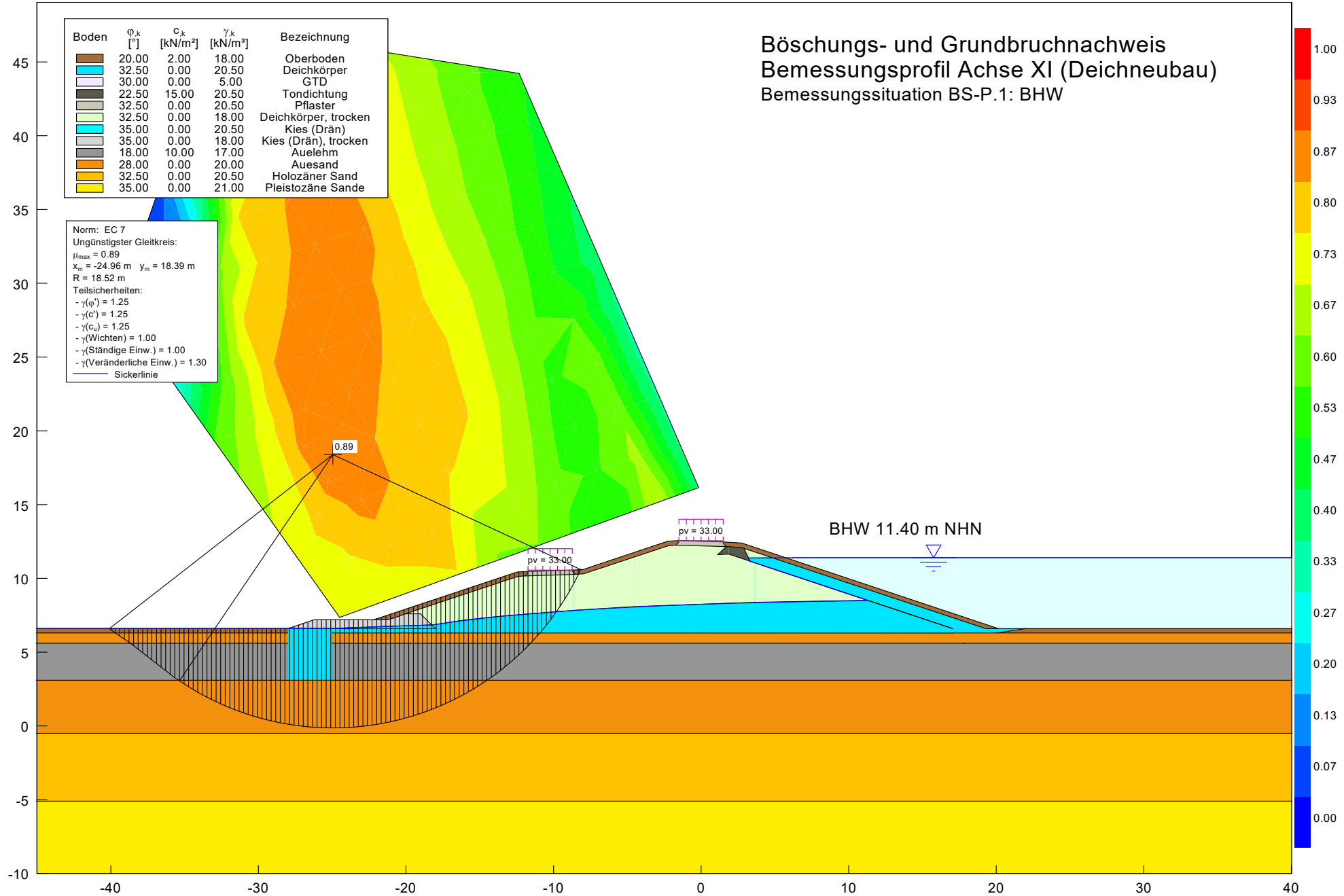
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

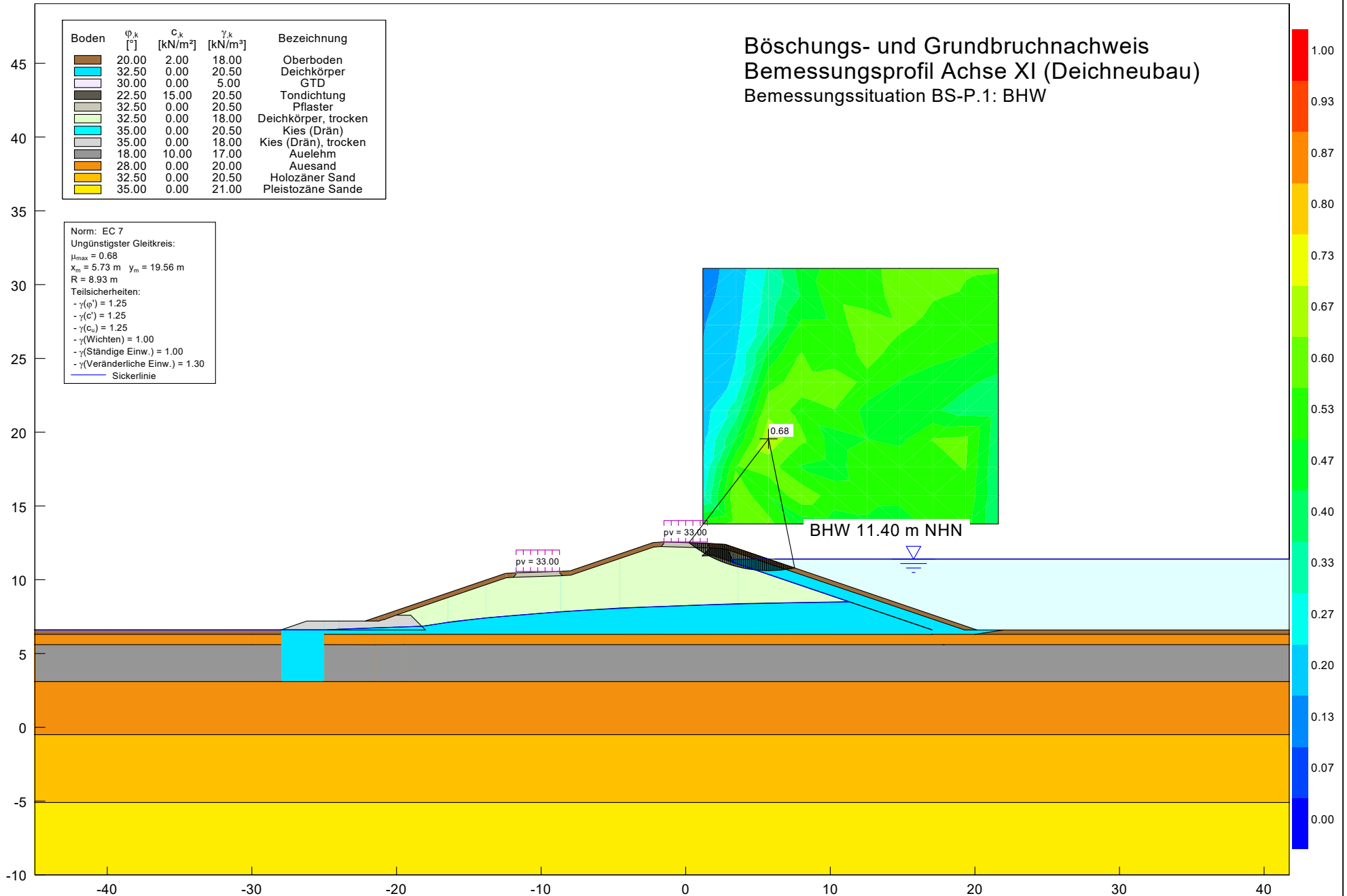




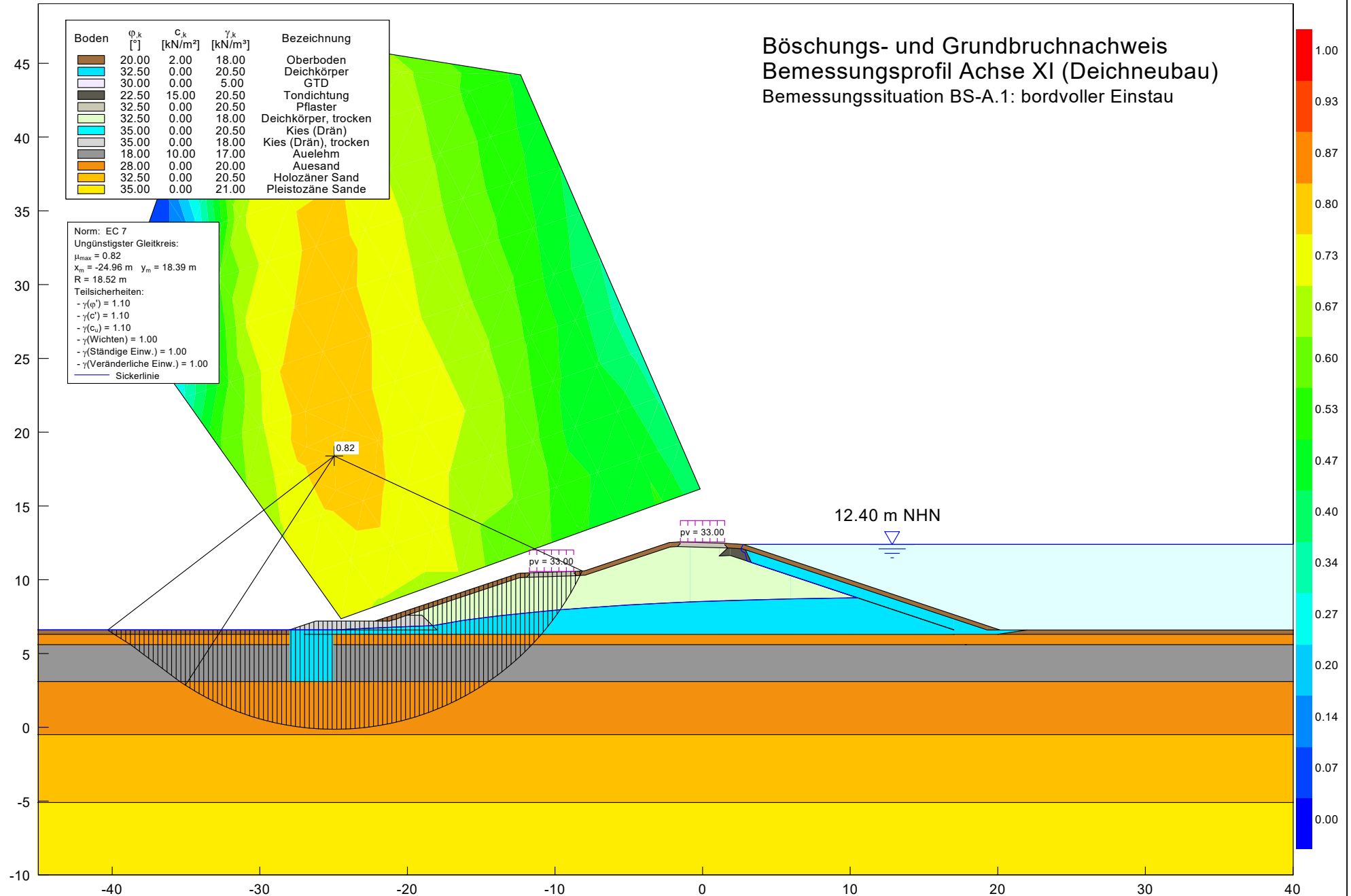


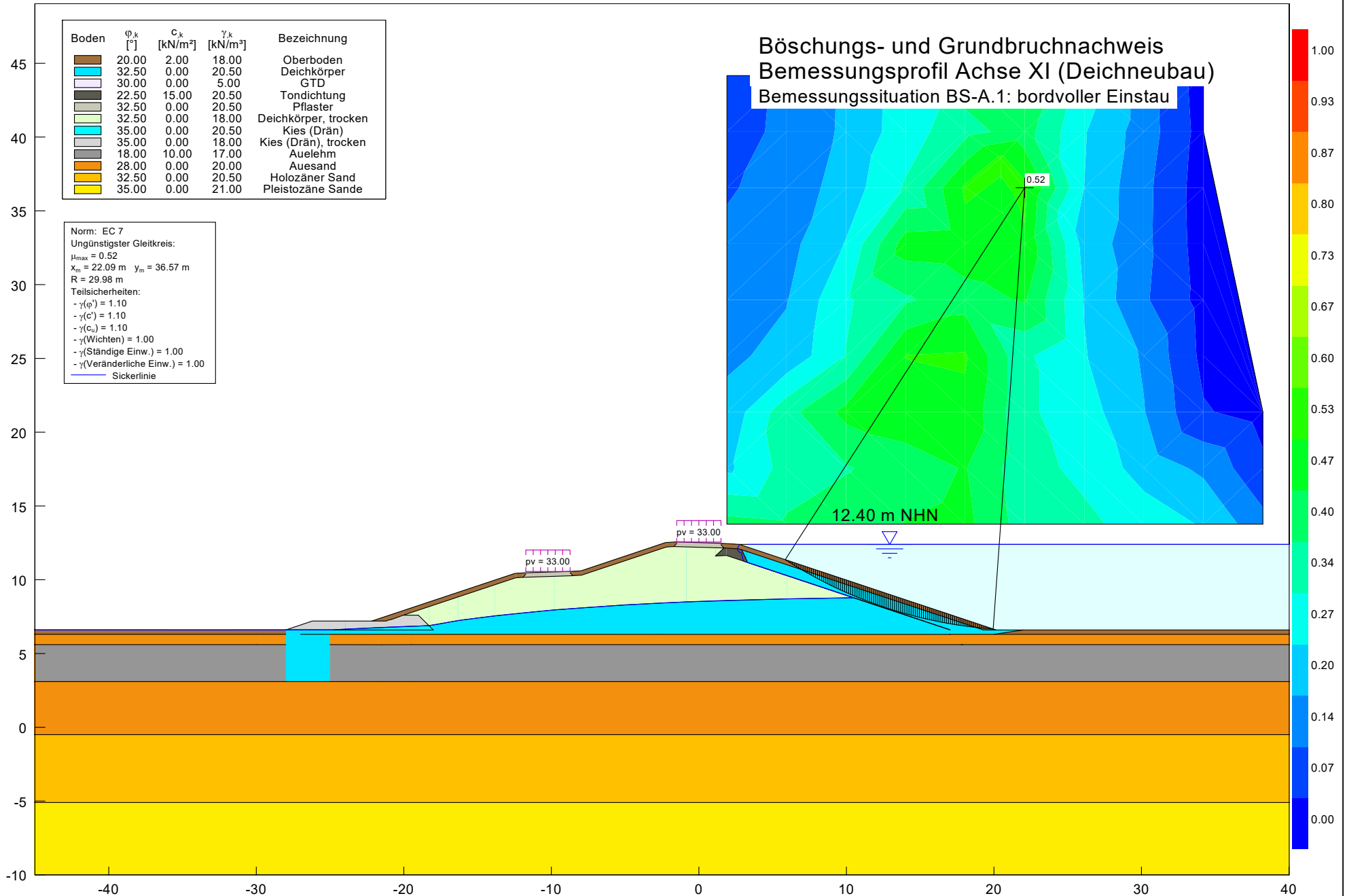
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW



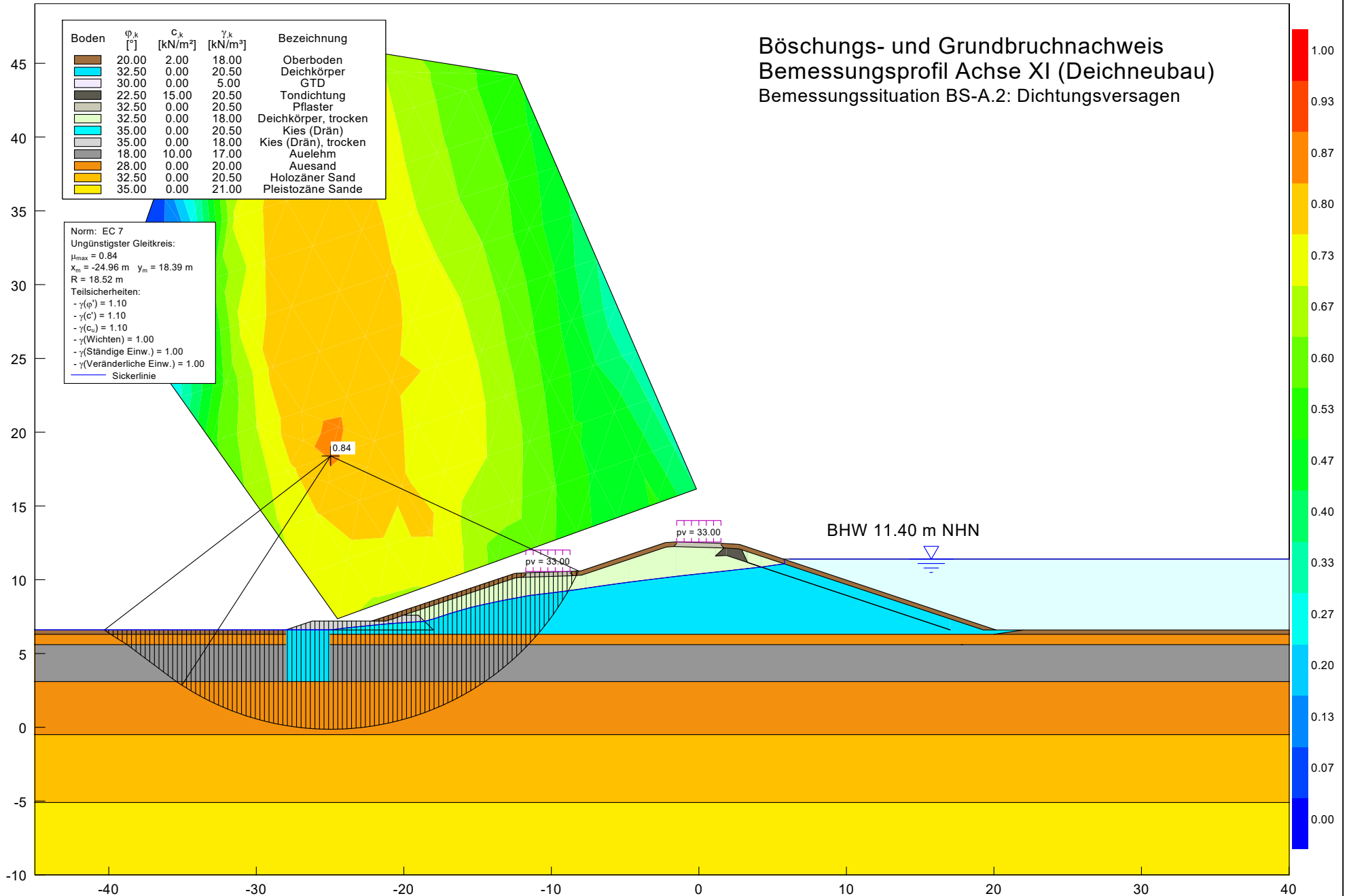


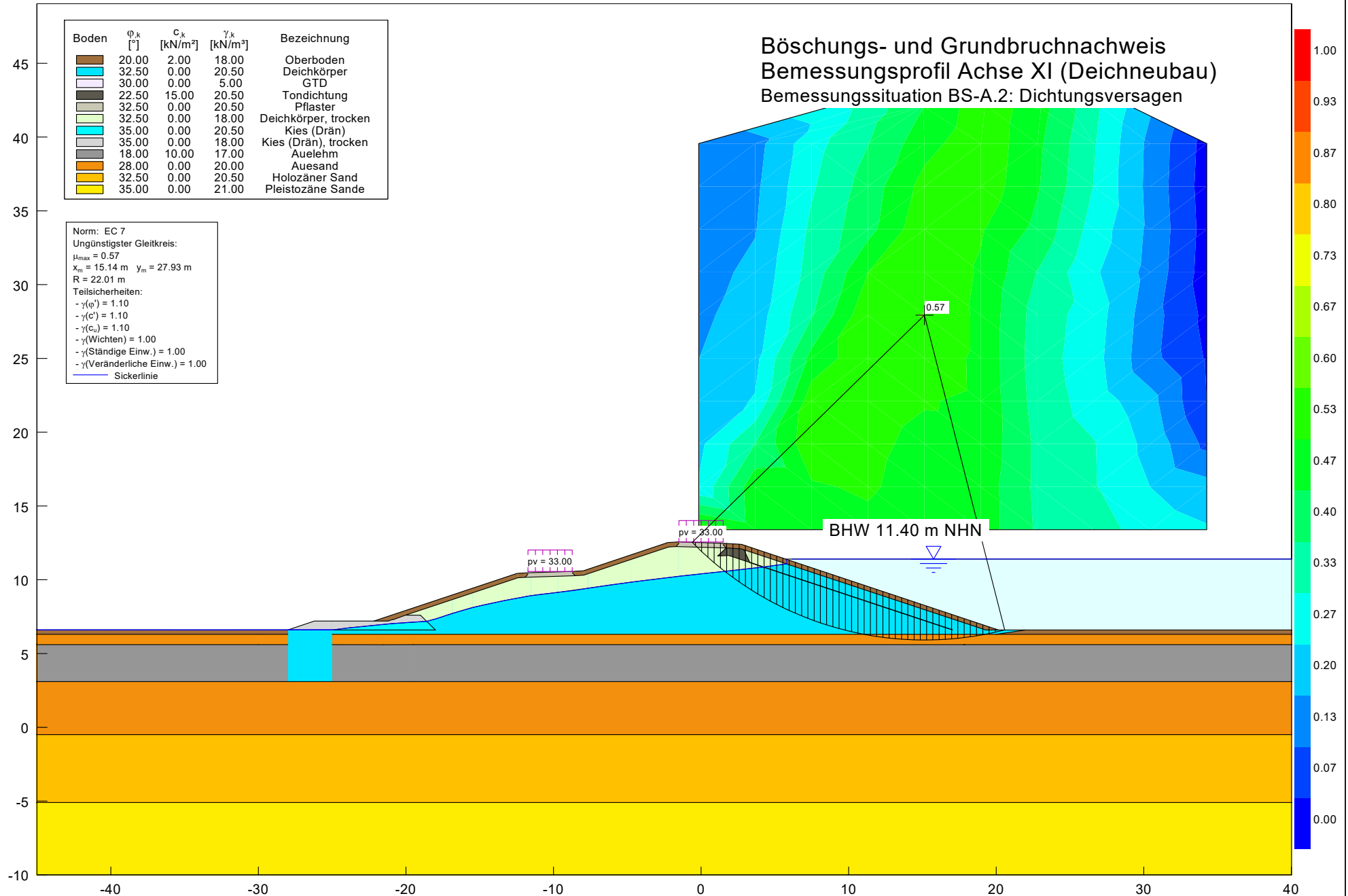
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau

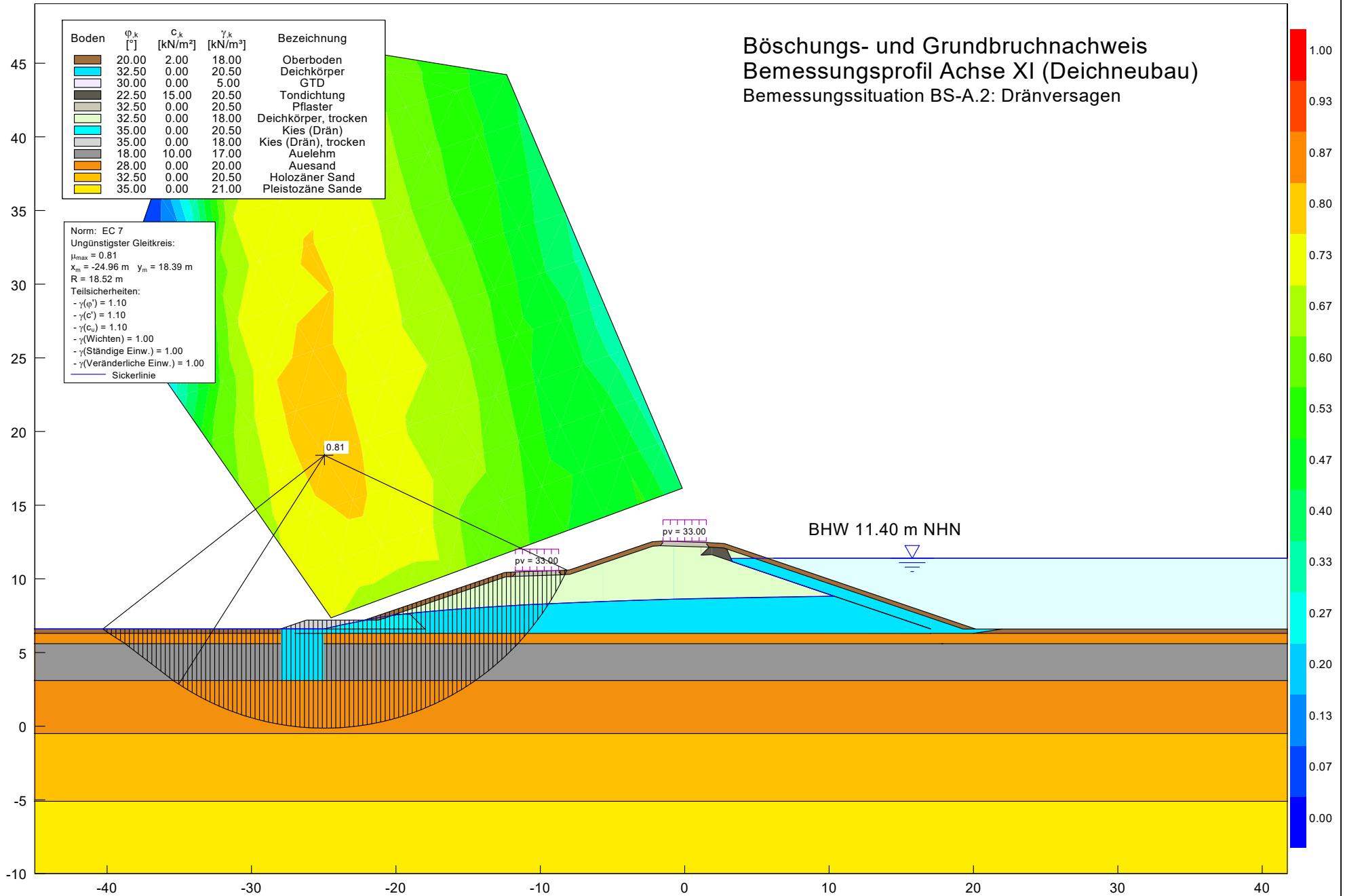




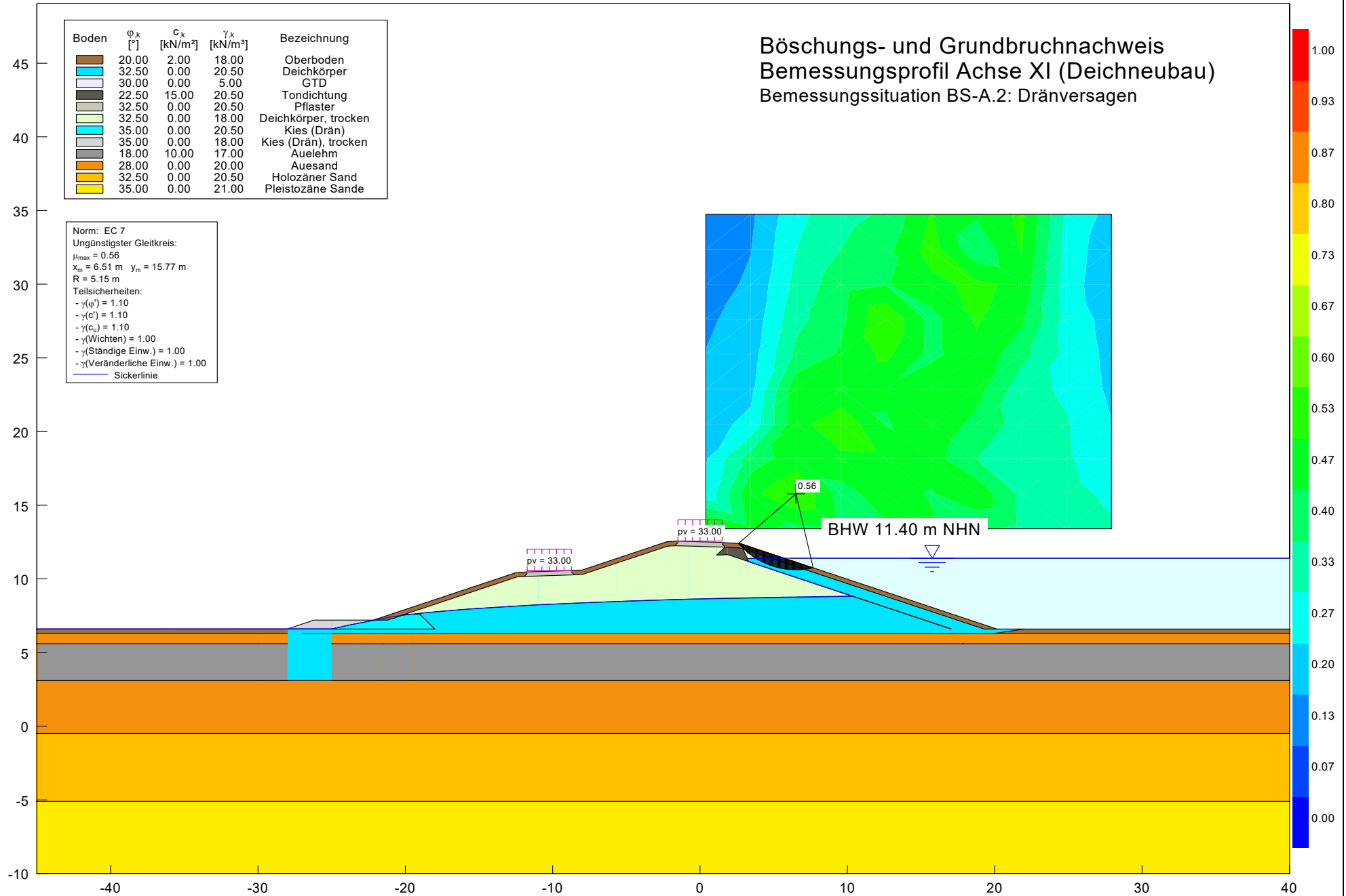
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen



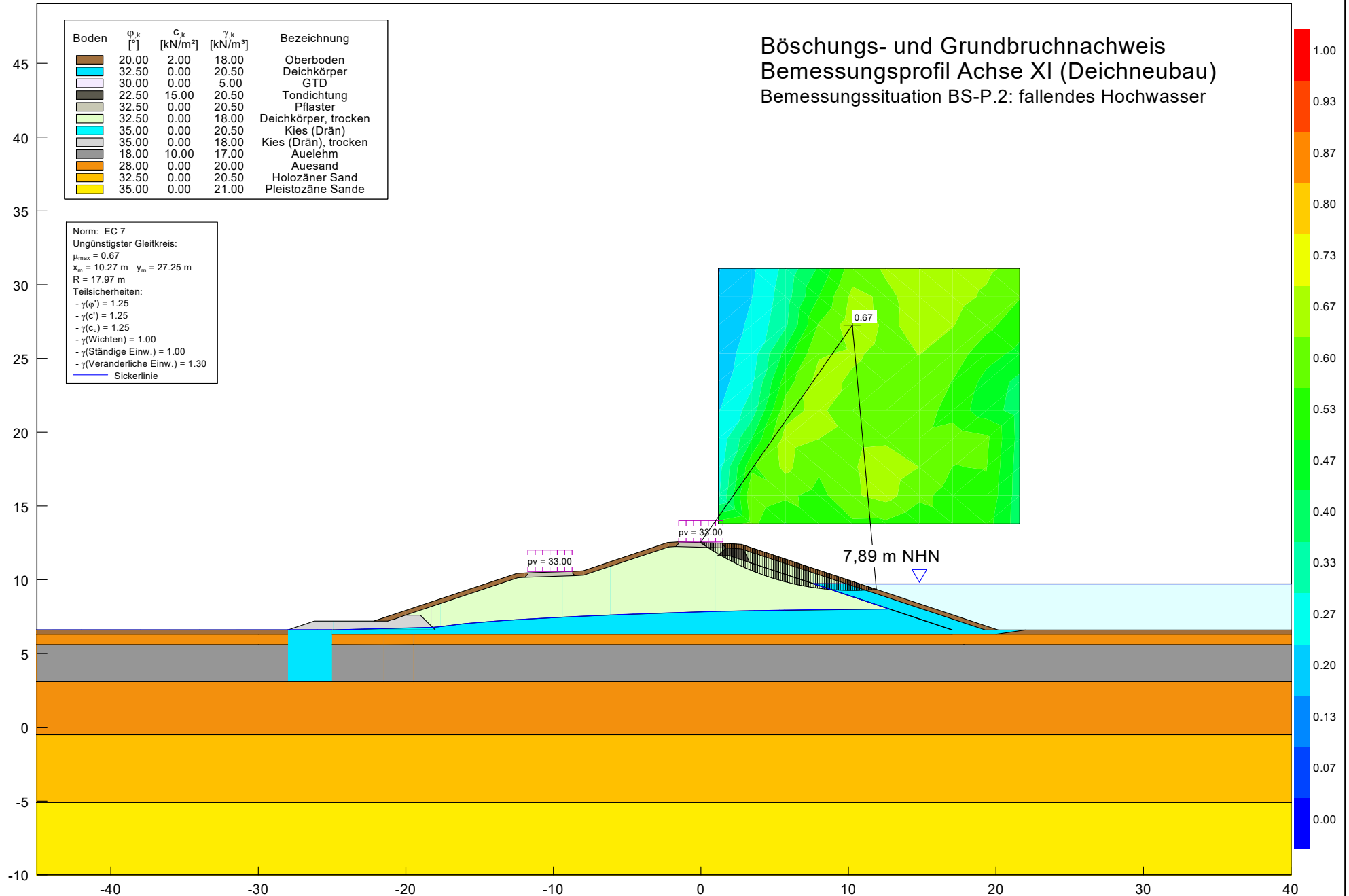


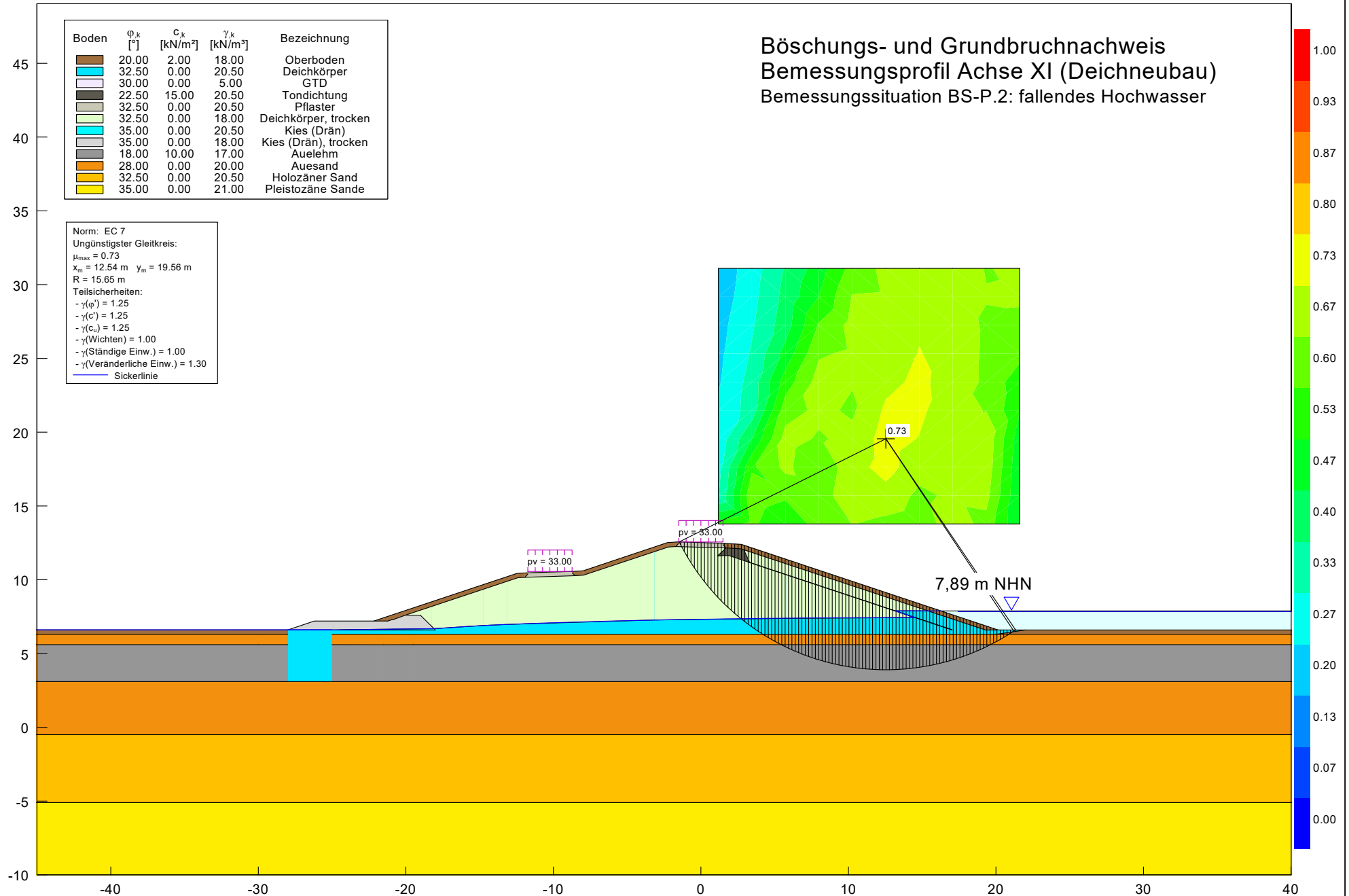


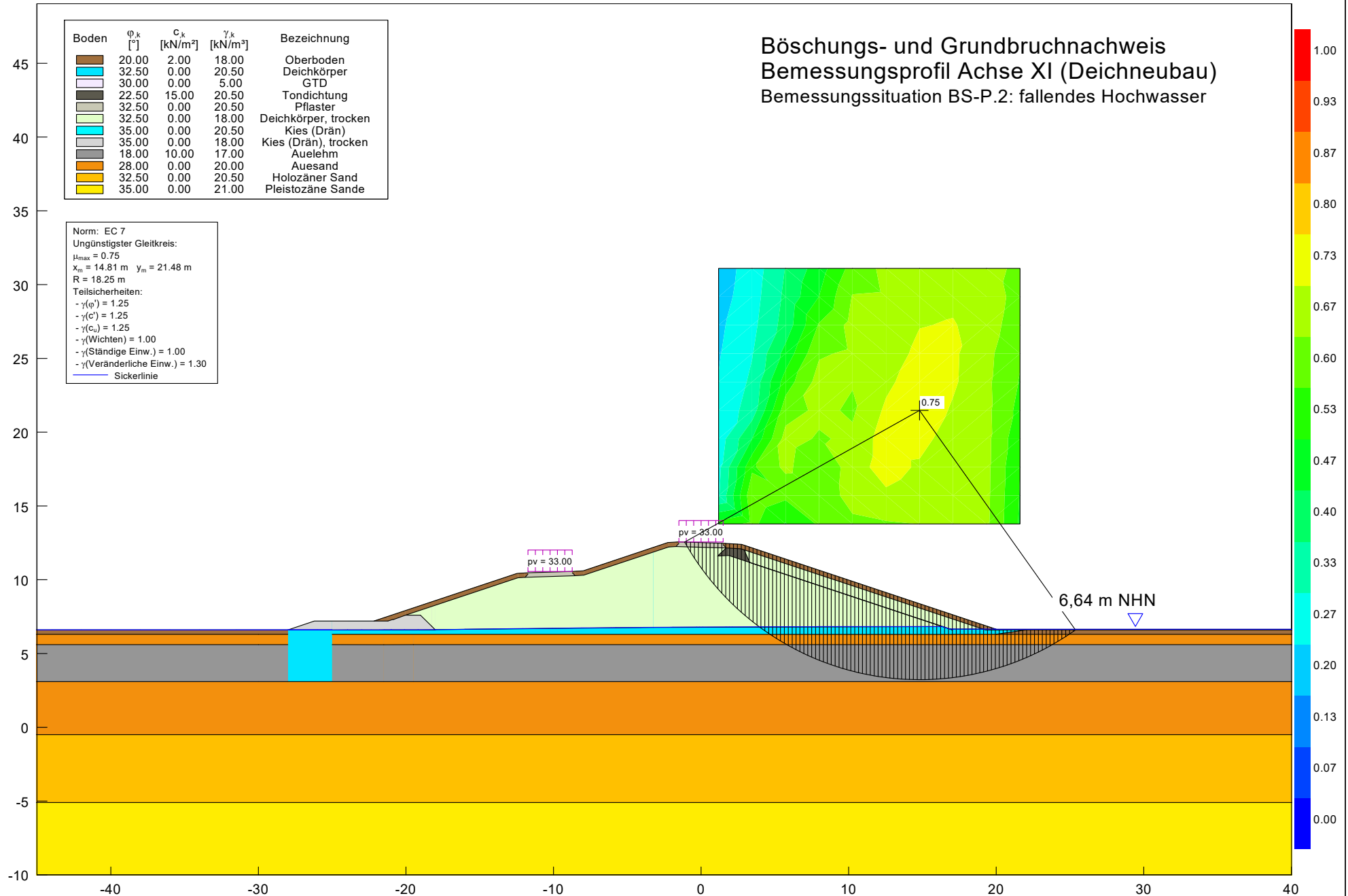
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen

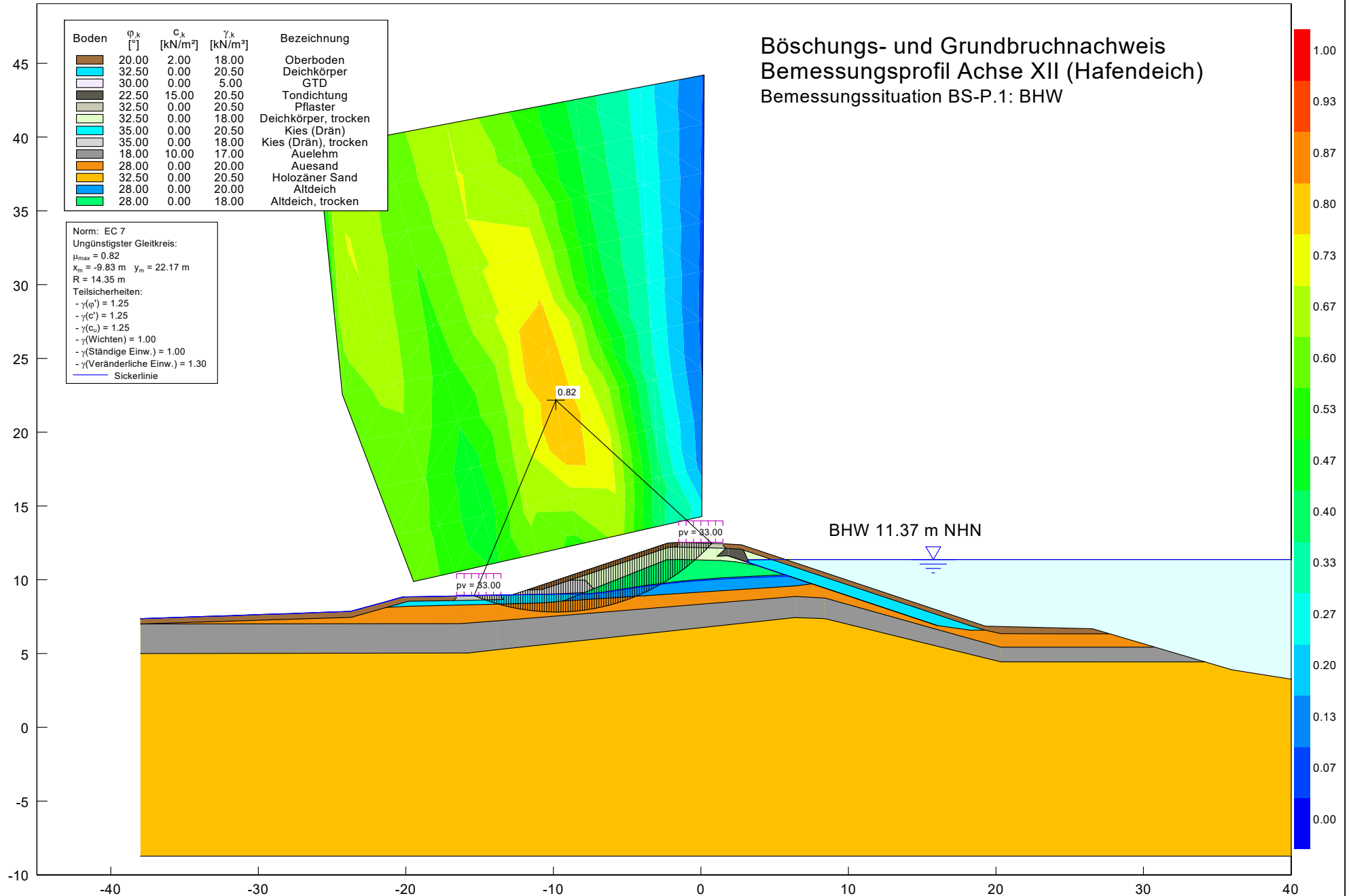


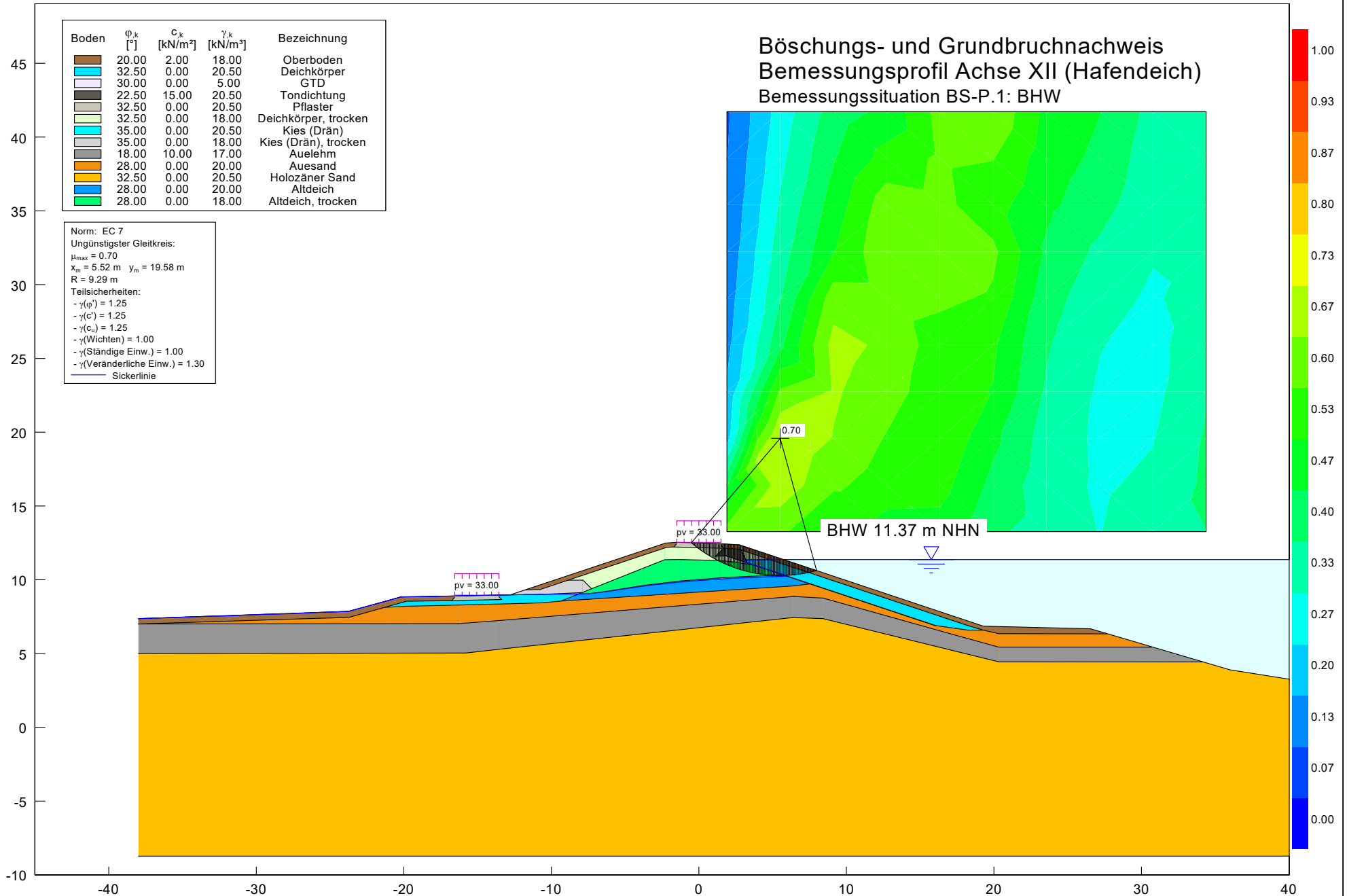
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.2: fallendes Hochwasser

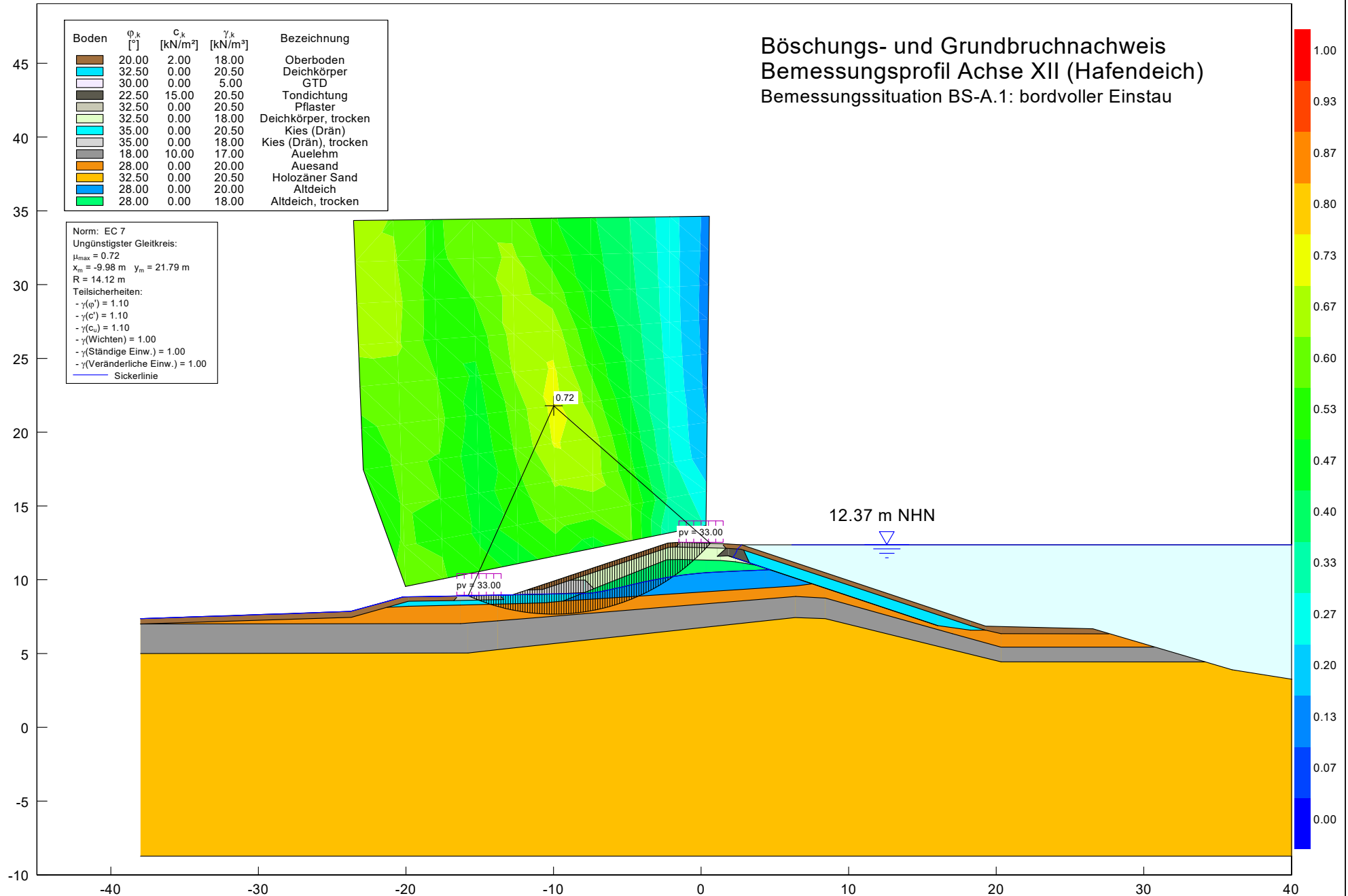


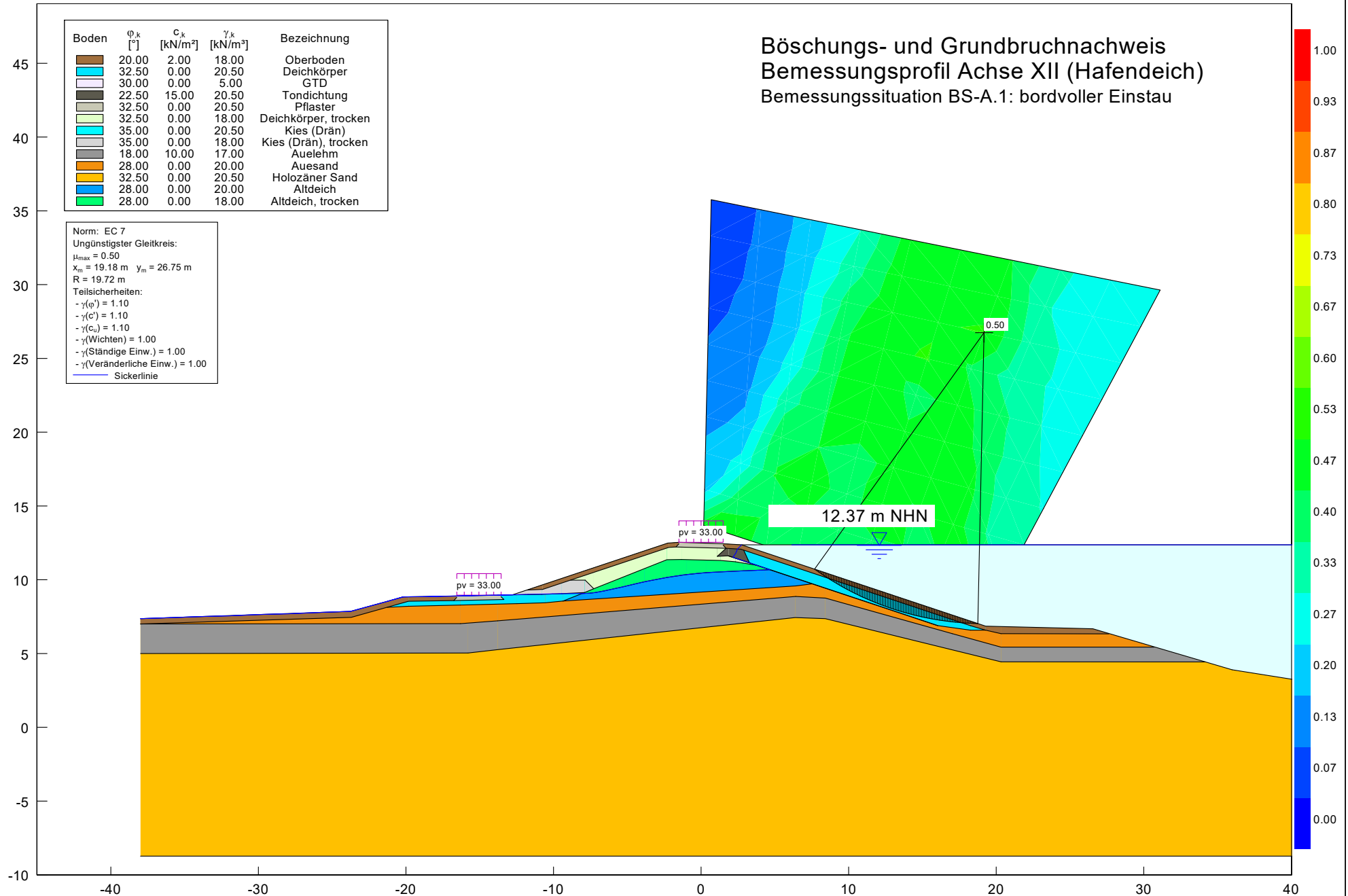




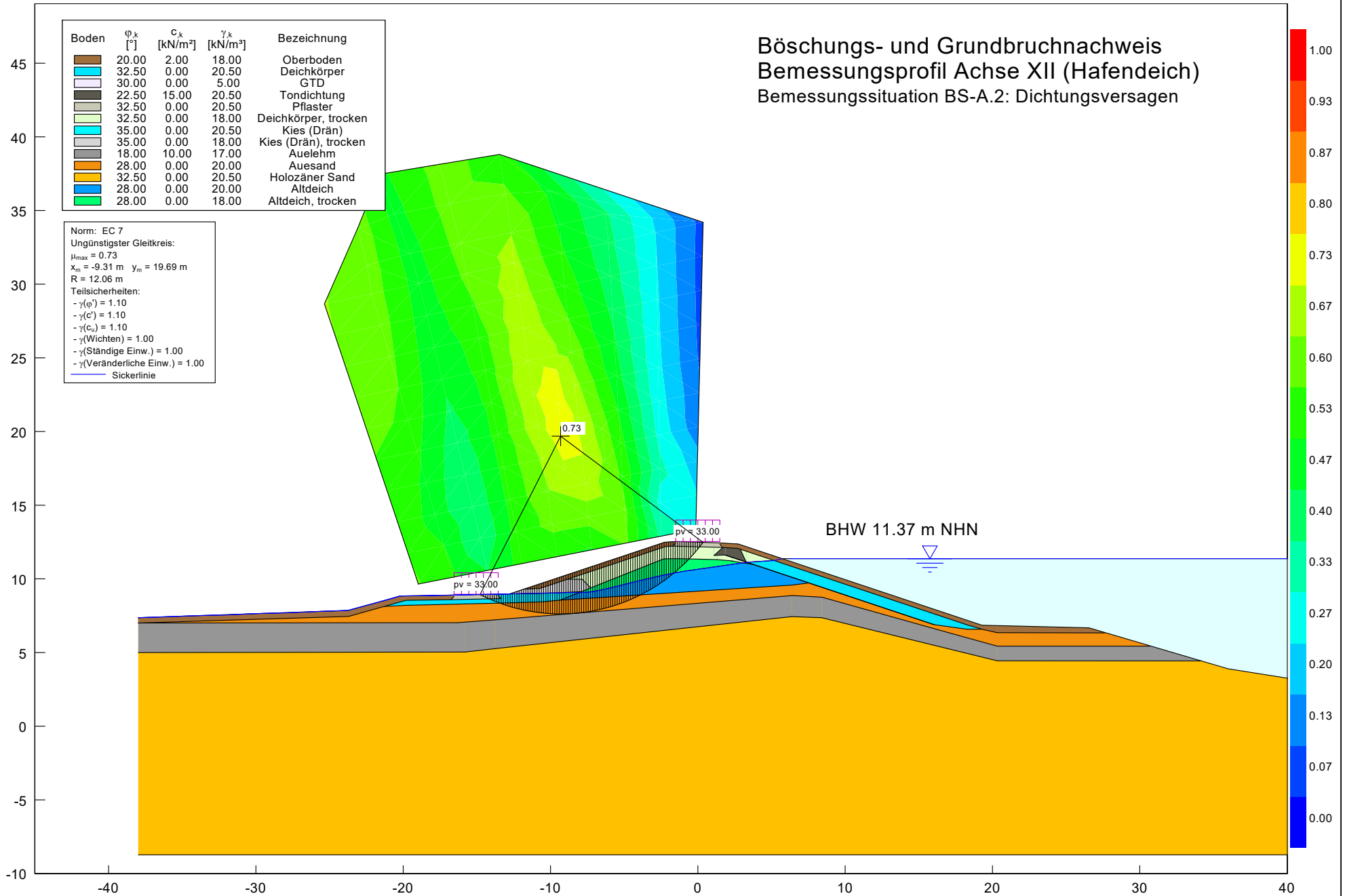


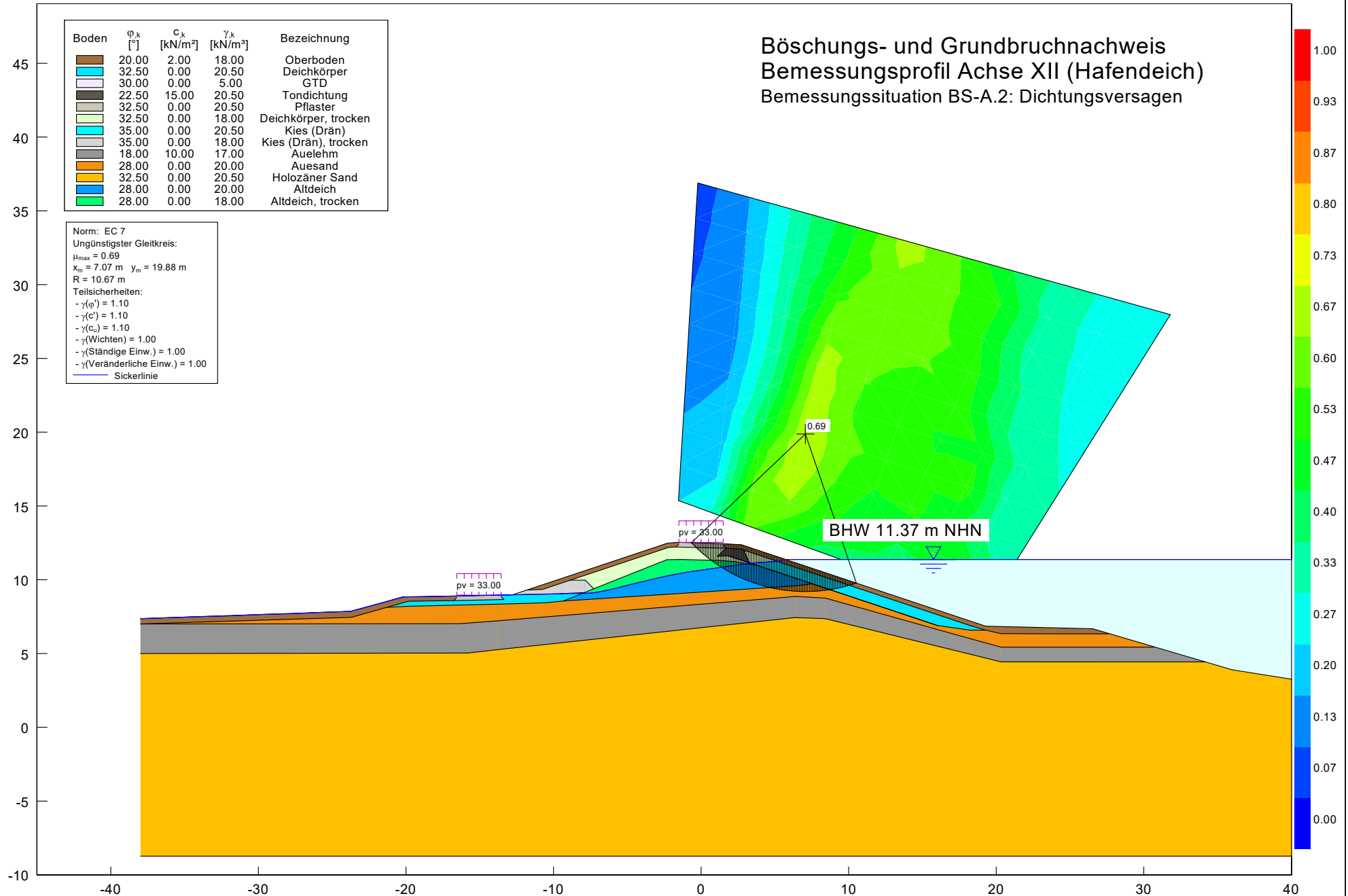




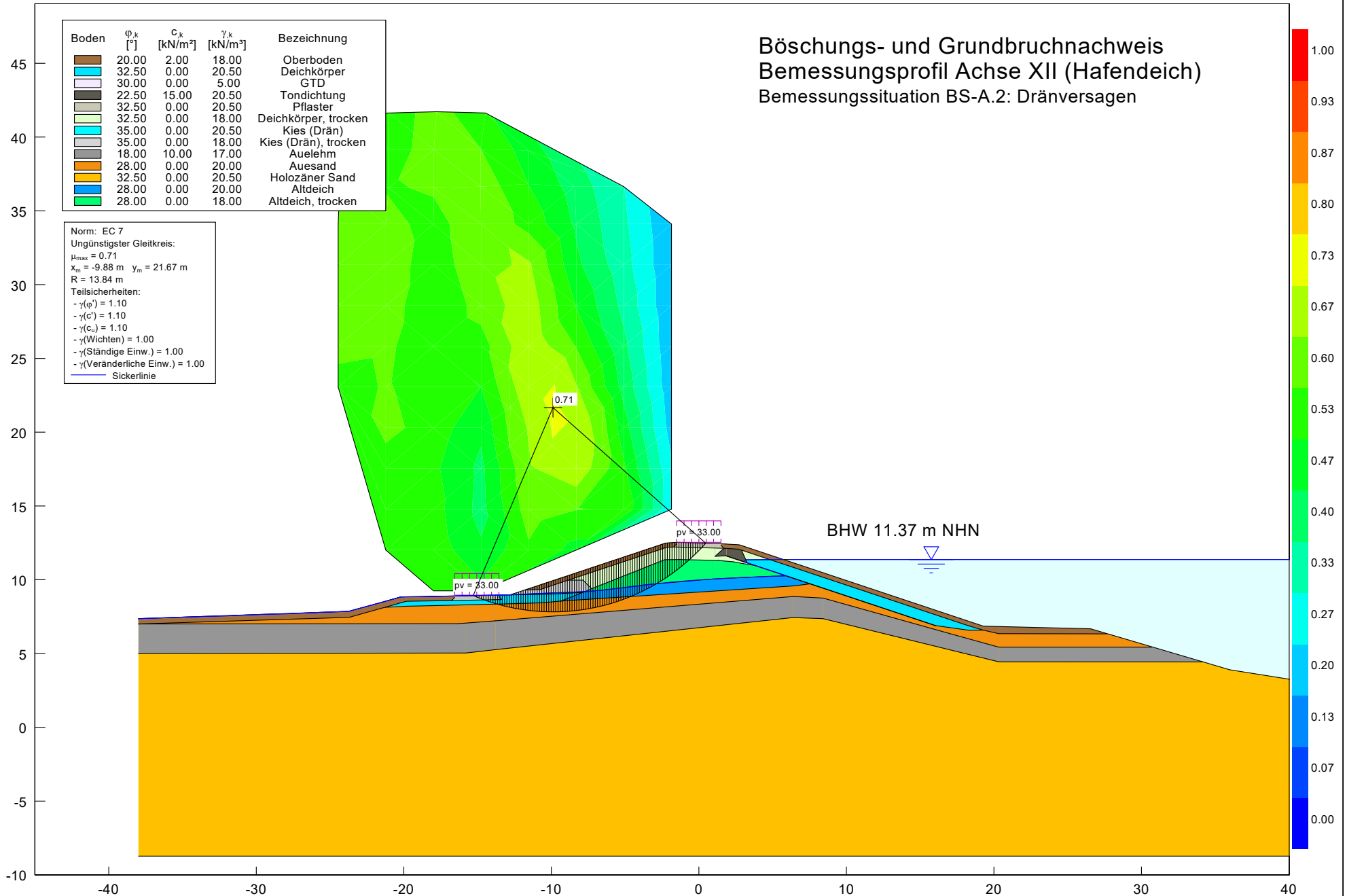


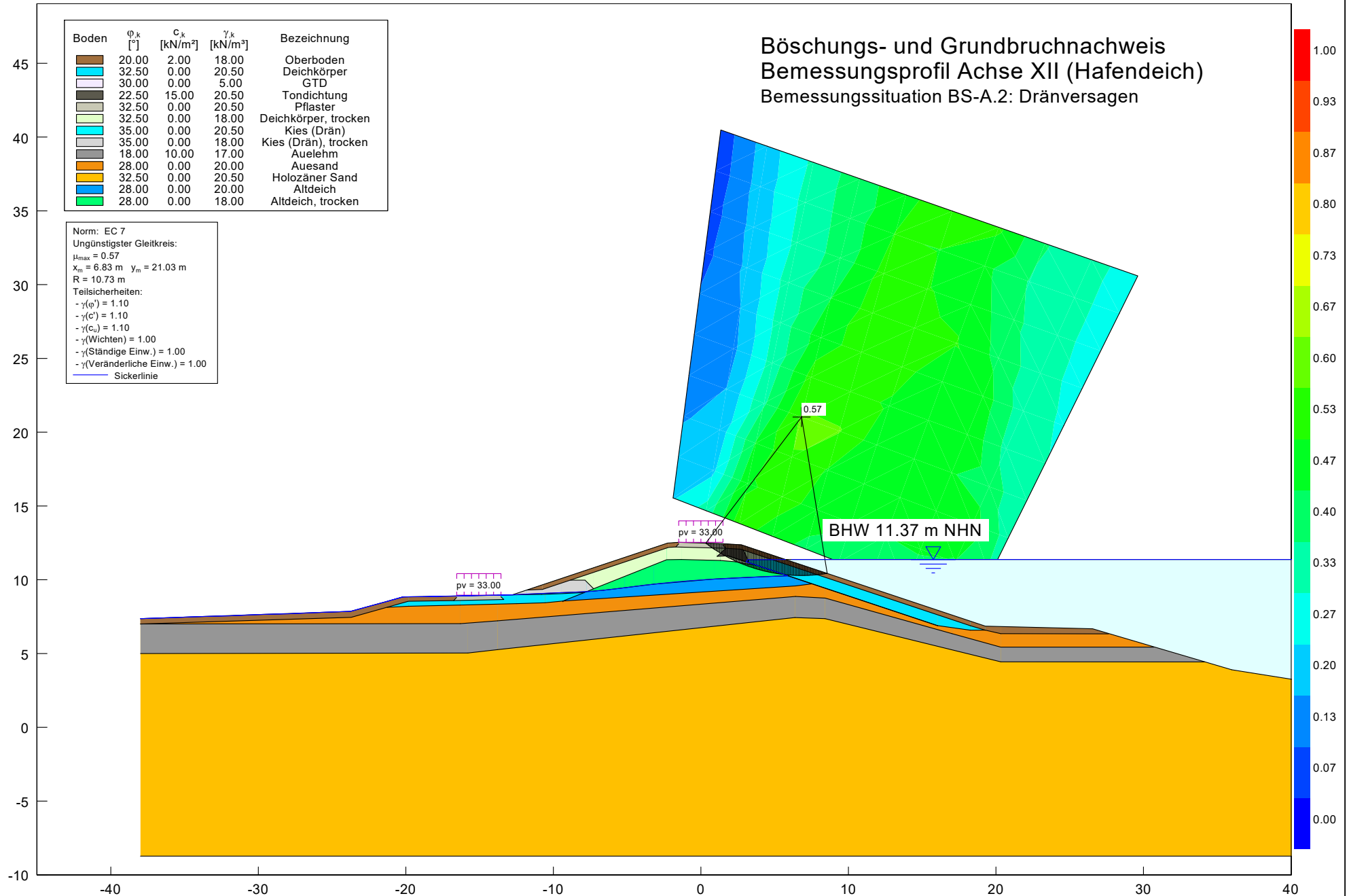
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

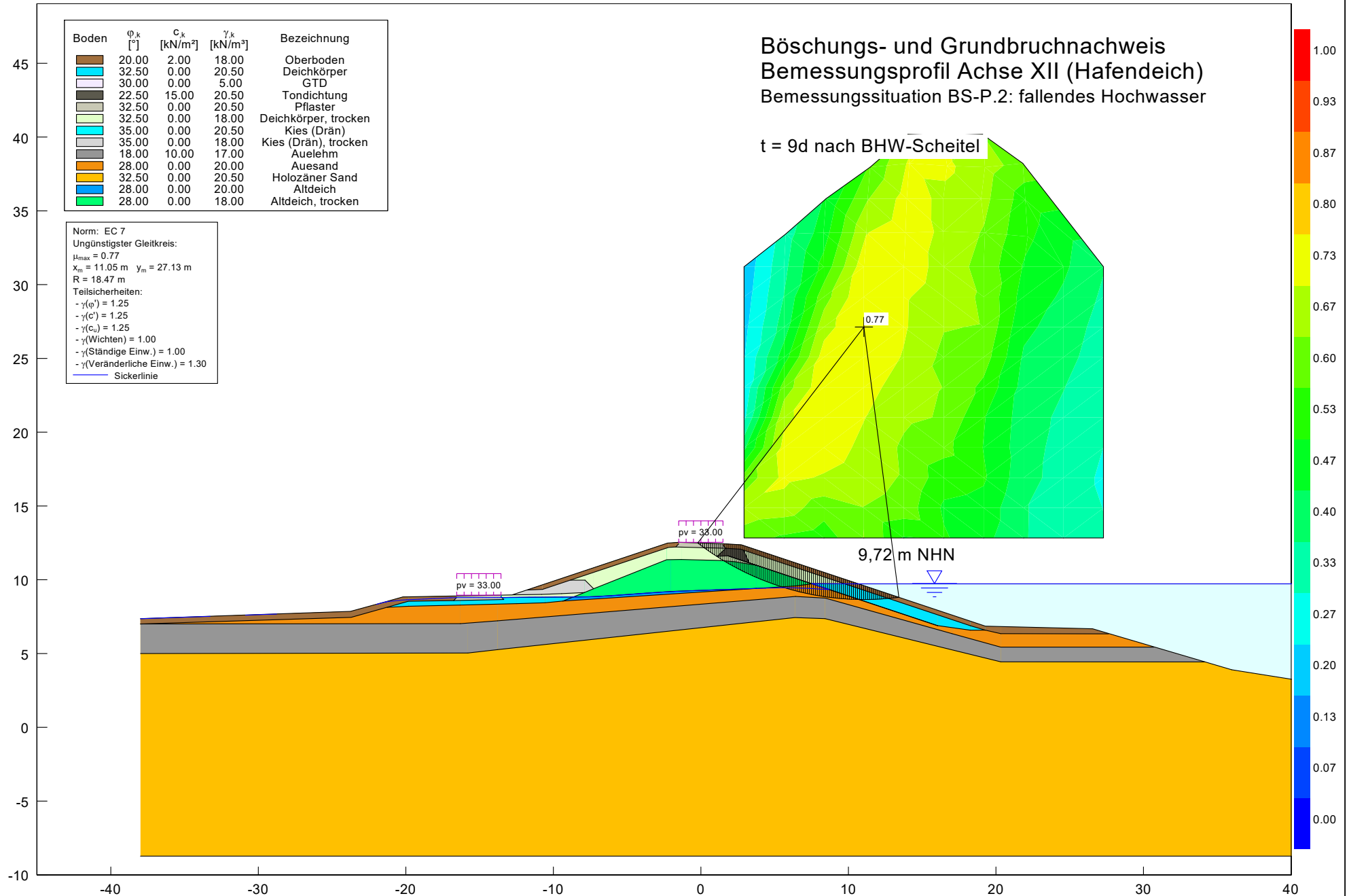


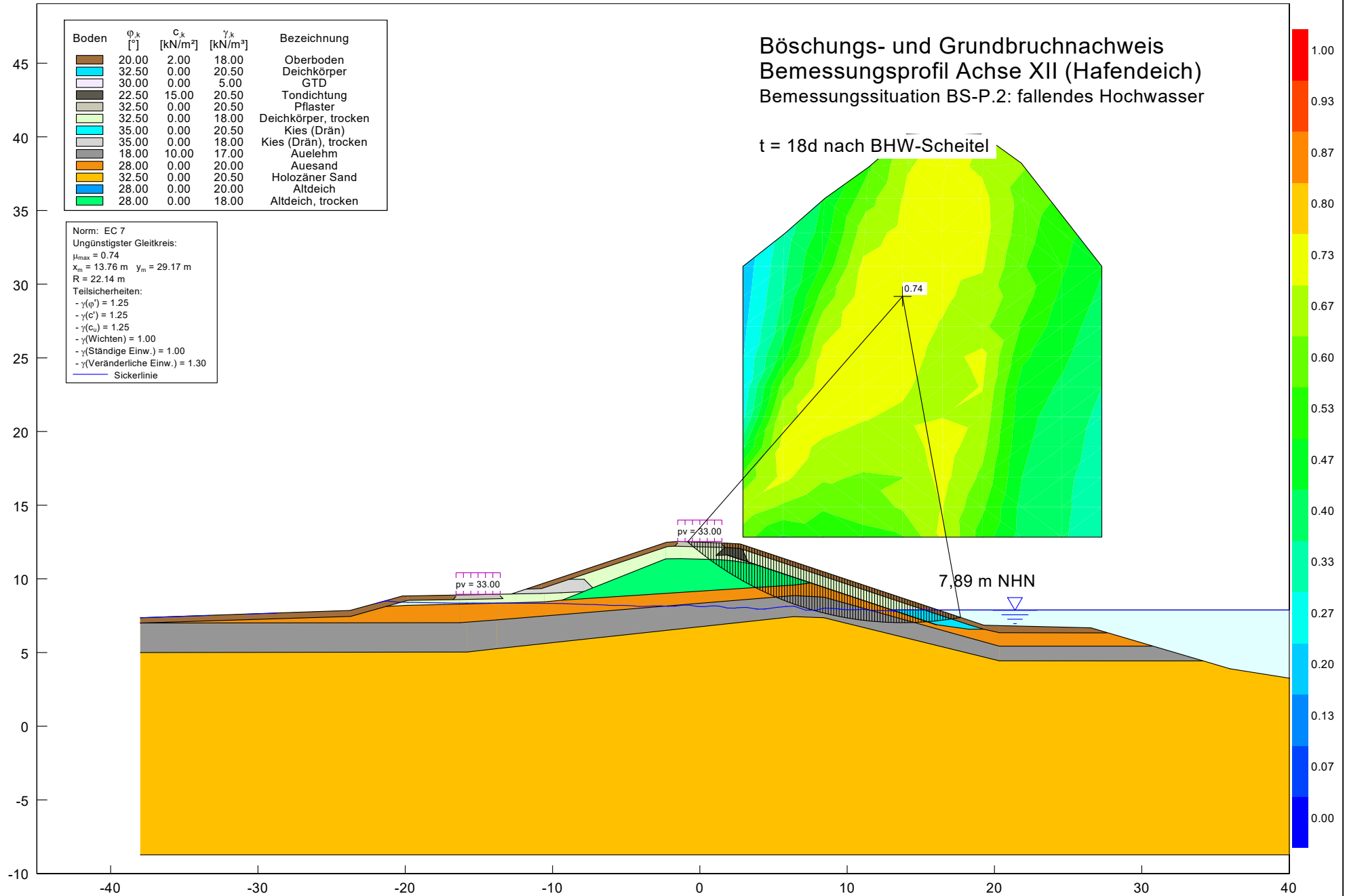


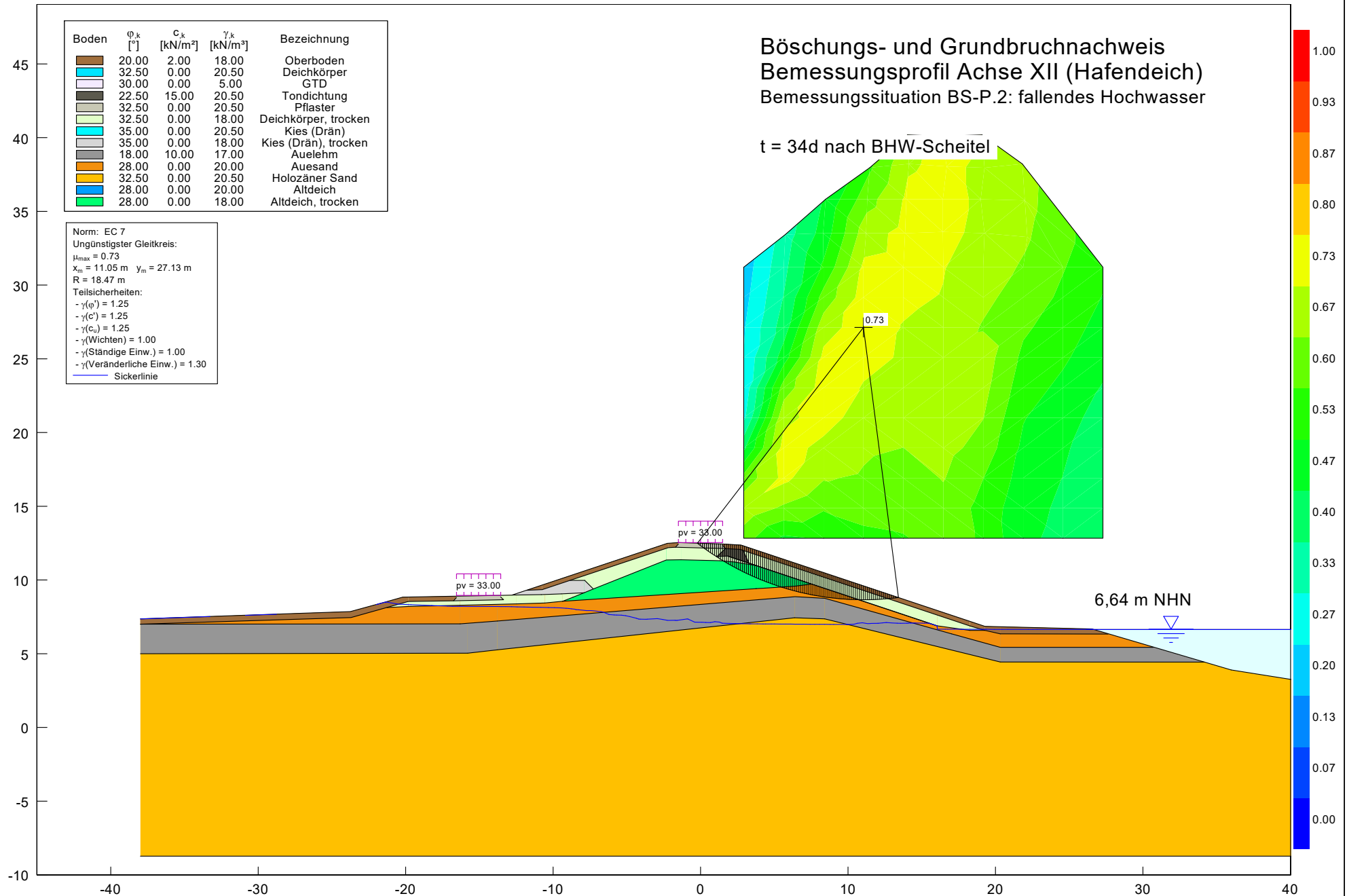
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)
Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen











ANLAGE 5 - GLEITNACHWEIS

Nachweis der Gleitsicherheit (GEO-2)

Der Nachweis gegen Gleiten ist erfüllt, wenn:

$$\frac{W_h \cdot \gamma_G}{(G_k + W_{v,k}) \cdot \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_{R,h}}} \leq 1,0$$

- mit:
- $W_{h,k}$ = horizontaler Wasserdruck (charakteristisch)
 - γ_G = Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen im Grenzzustand GEO-2
 - G_k = Eigenlast des Bodenkörpers (Deich)
 - $W_{v,k}$ = vertikaler Wasserdruck (charakteristisch)
 - φ' = Reibungswinkel im Untergrund
 - $\gamma_{R,h}$ = Teilsicherheitsbeiwert für den Gleitwiderstand im Grenzzustand GEO-2

Hinweise:

- der Nachweis wird für eine ebene Aufstandsfläche geführt.
- die Gleitfuge wird auf der sicheren Seite liegend unmittelbar an GOK angenommen, dadurch kann ein stützender Erdwiderstand vernachlässigt werden

Eingangswerte für die Bemessung:

Eingangswerte	Achse I	Achse XI
Querschnittsfläche Deich	96,00 m ²	156,00 m ²
Wichte Deich gemittelt	10,00 kN/m ³	
Reibungswinkel Untergrund (Auelehm)	18,00 kN/m ³	
Geländehöhe wasserseitig	7,97 m NHN	6,41 m NHN
Wasserstand BS-P.1	11,50 m NHN	11,40 m NHN
Wasserstand BS-A.1	12,50 m NHN	12,40 m NHN

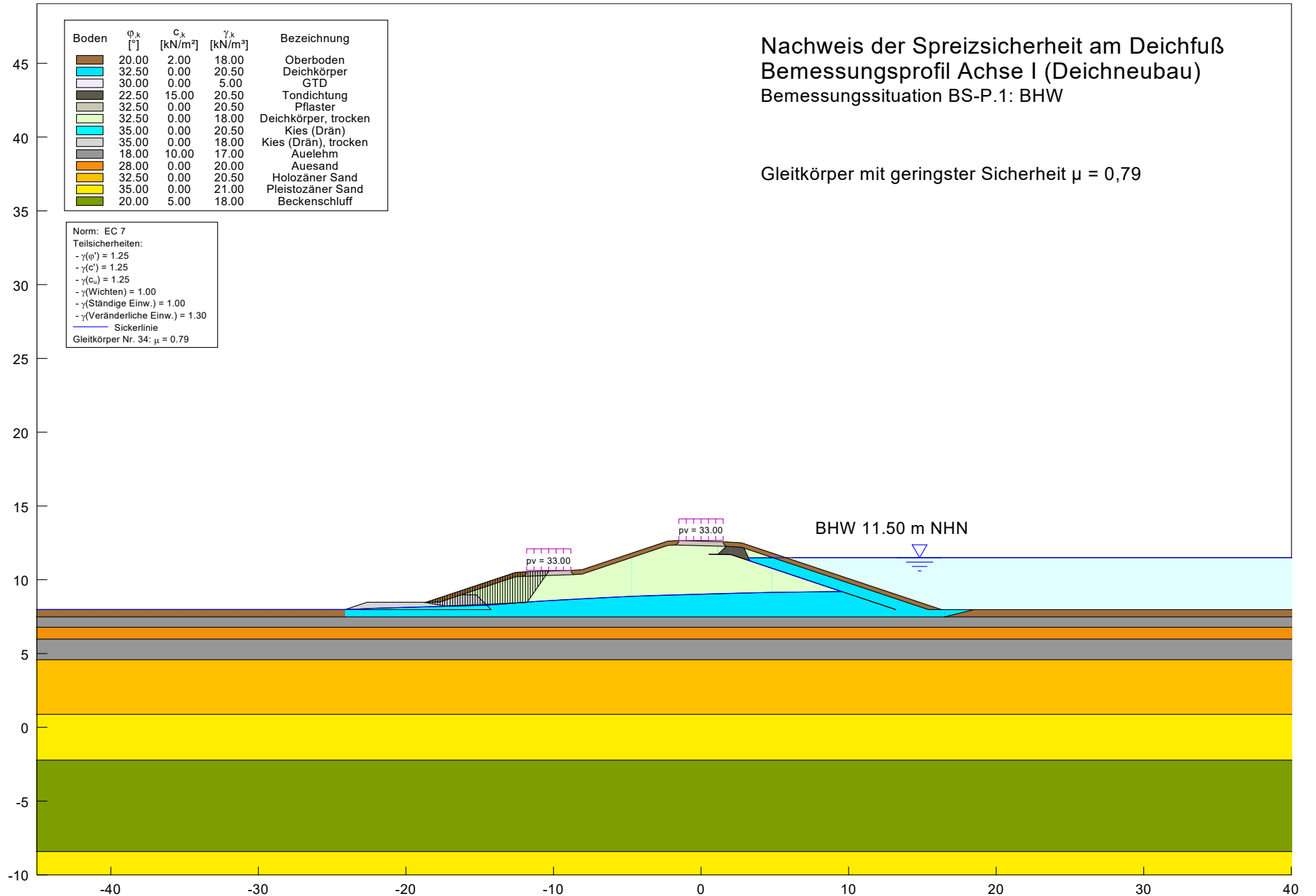
Teilsicherheitsbeiwerte

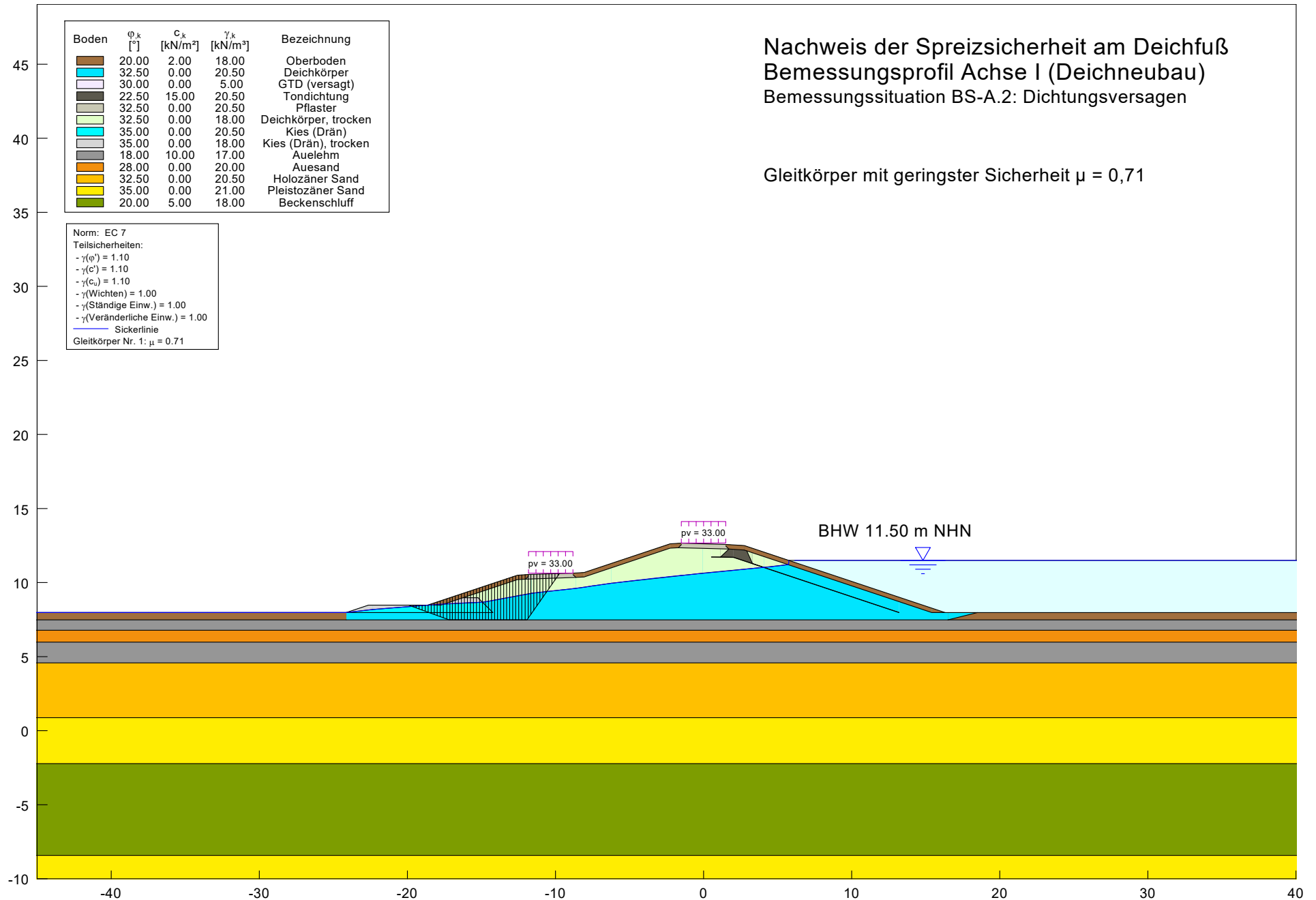
	BS-P	BS-A
ständige Einwirkungen γ_G	1,35	1,10
Gleitwiderstand $\gamma_{R,h}$	1,10	1,10

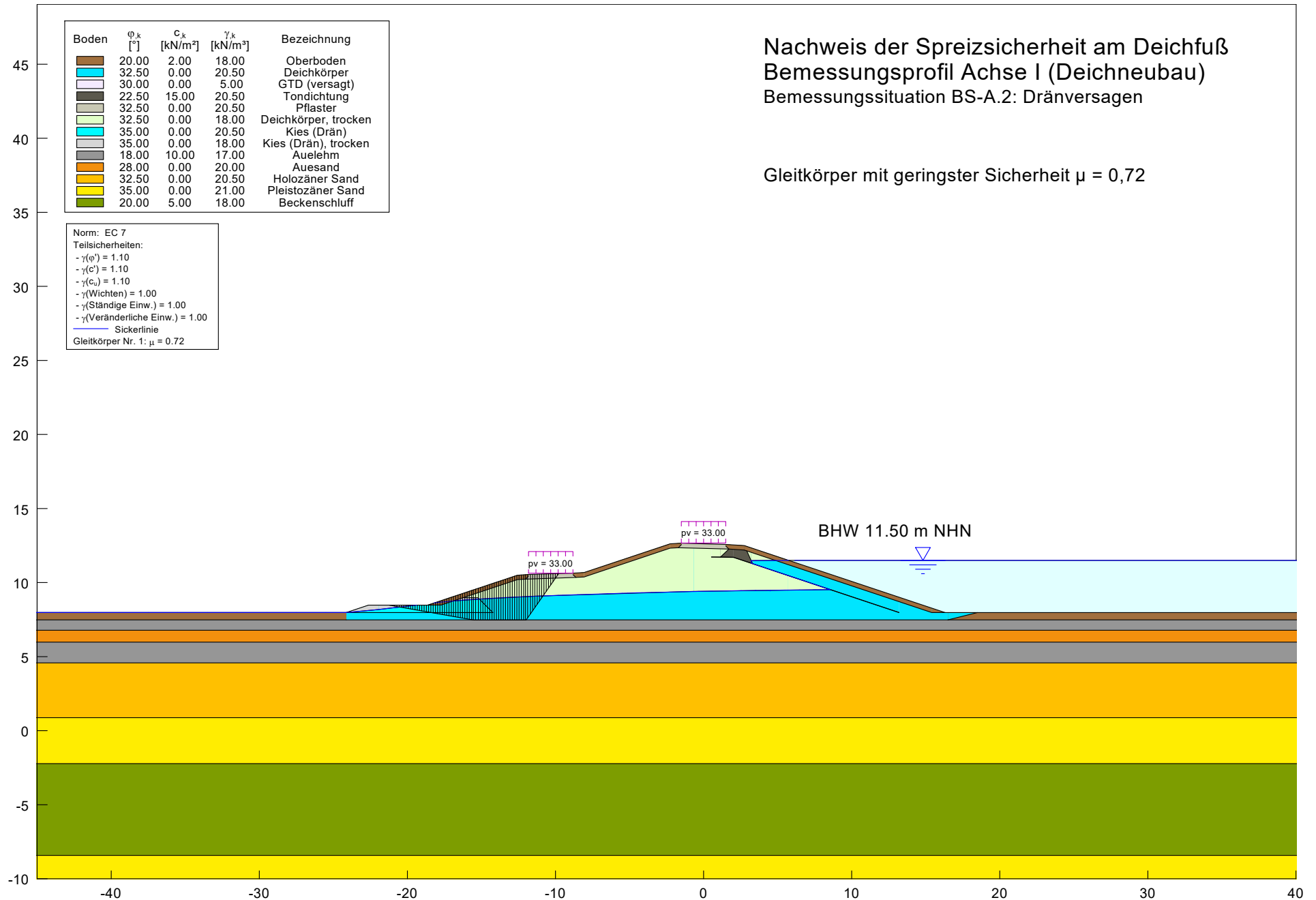
Ermittelte Berechnungsgrößen und Ausnutzungsgrade:

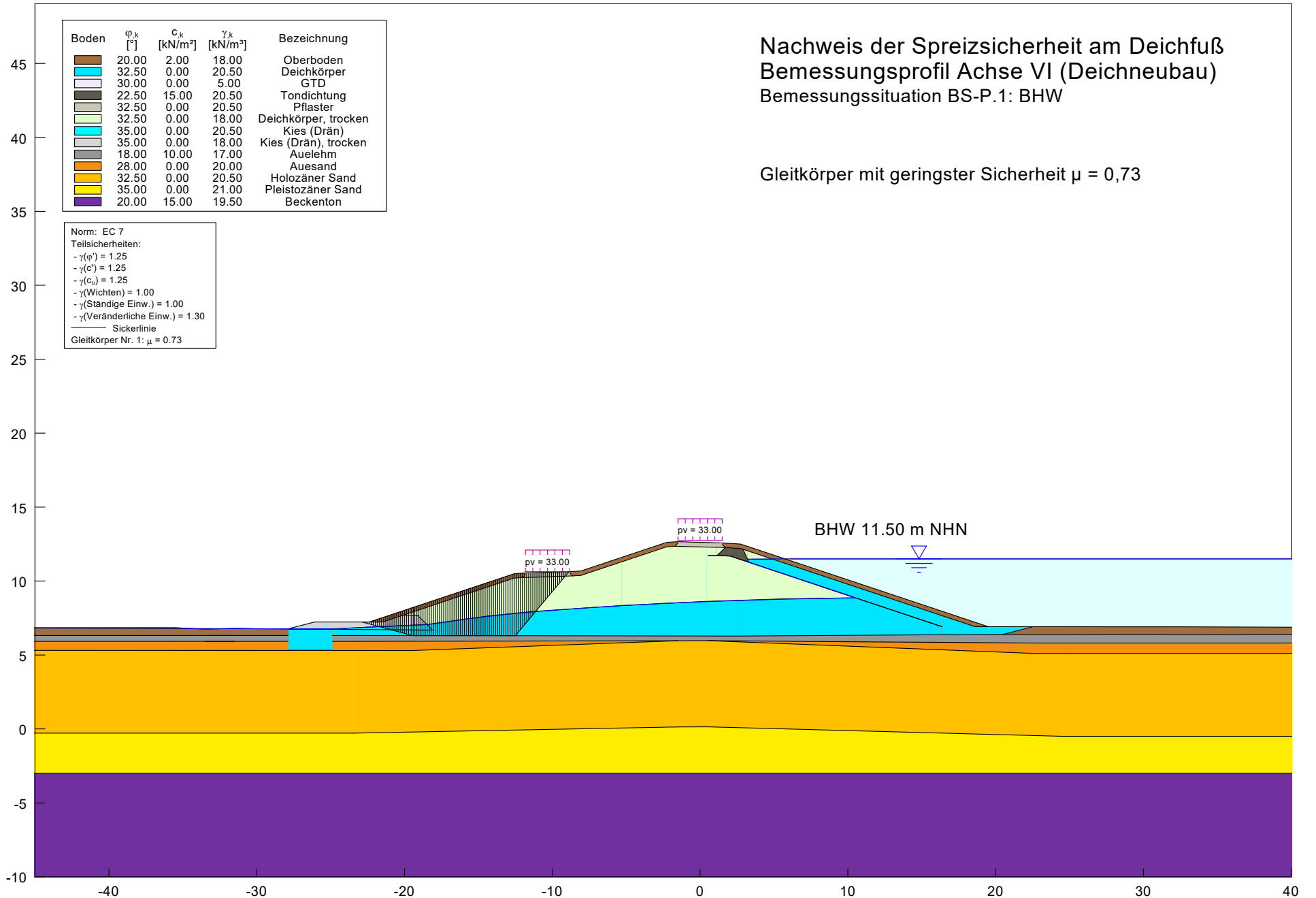
Größe	Achse I		Achse XI	
	BS-P.1	BS-A.1	BS-P.1	BS-A.1
G_k	960,00 kN/m	960,00 kN/m	1560,00 kN/m	1560,00 kN/m
$W_{v,k}$	186,91 kN/m	307,81 kN/m	373,50 kN/m	538,20 kN/m
$W_{h,k}$	62,30 kN/m	102,60 kN/m	124,50 kN/m	179,40 kN/m
Ausnutzungsgrad	0,25	0,30	0,29	0,32
	Nachweis erfüllt!	Nachweis erfüllt!	Nachweis erfüllt!	Nachweis erfüllt!

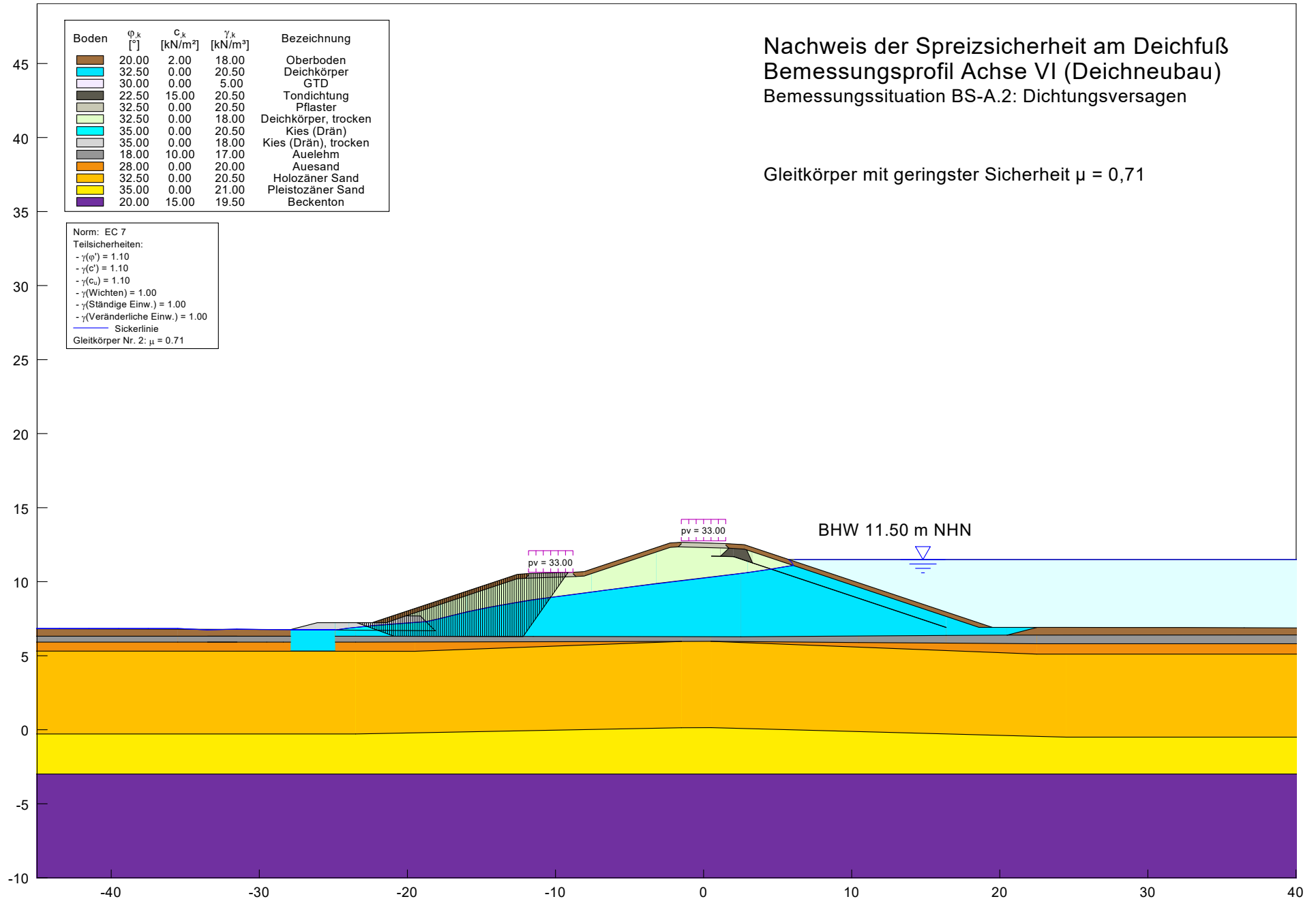
ANLAGE 6 - NACHWEIS DER SPREIZSICHERHEIT AM BÖSCHUNGSFUß

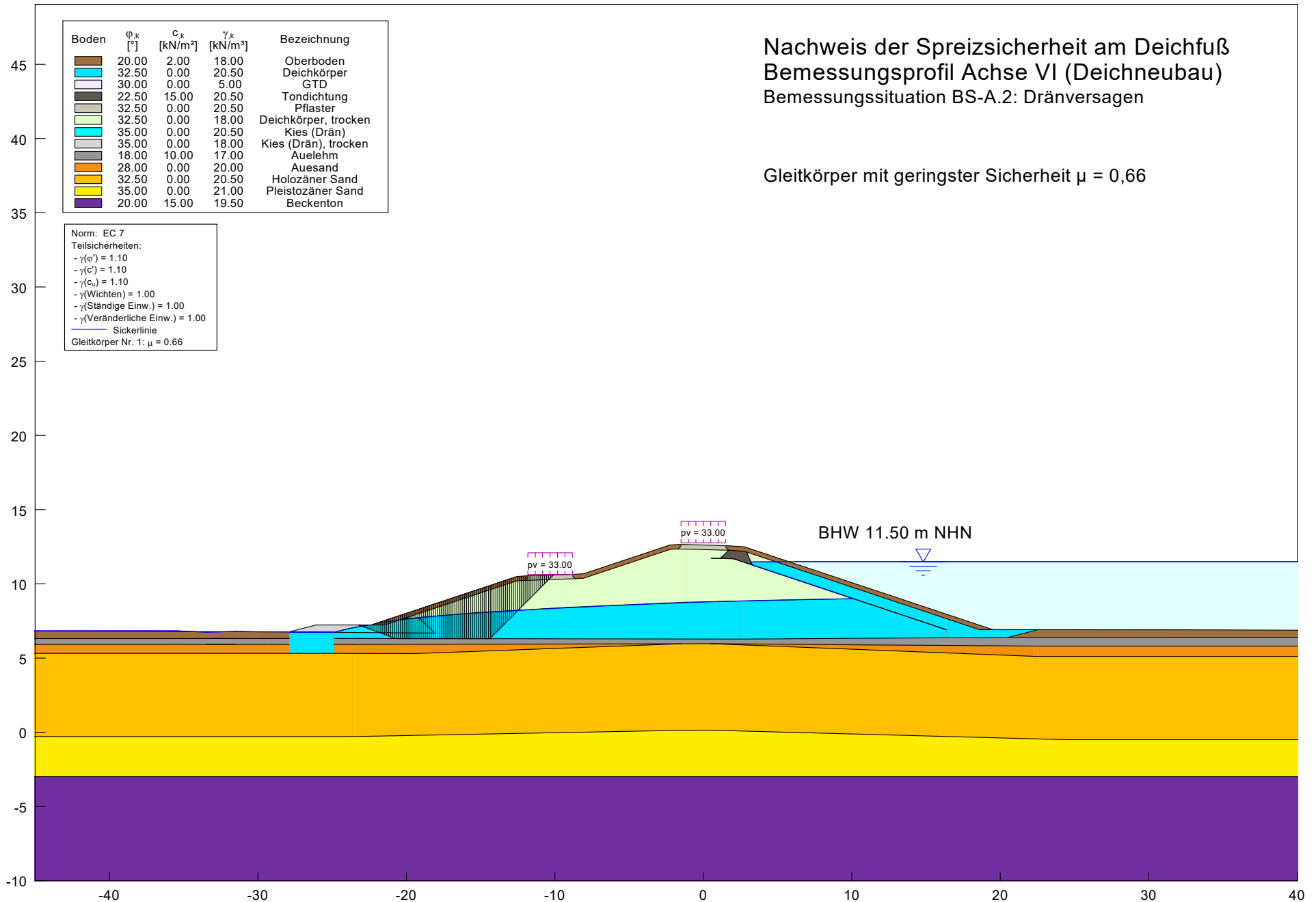


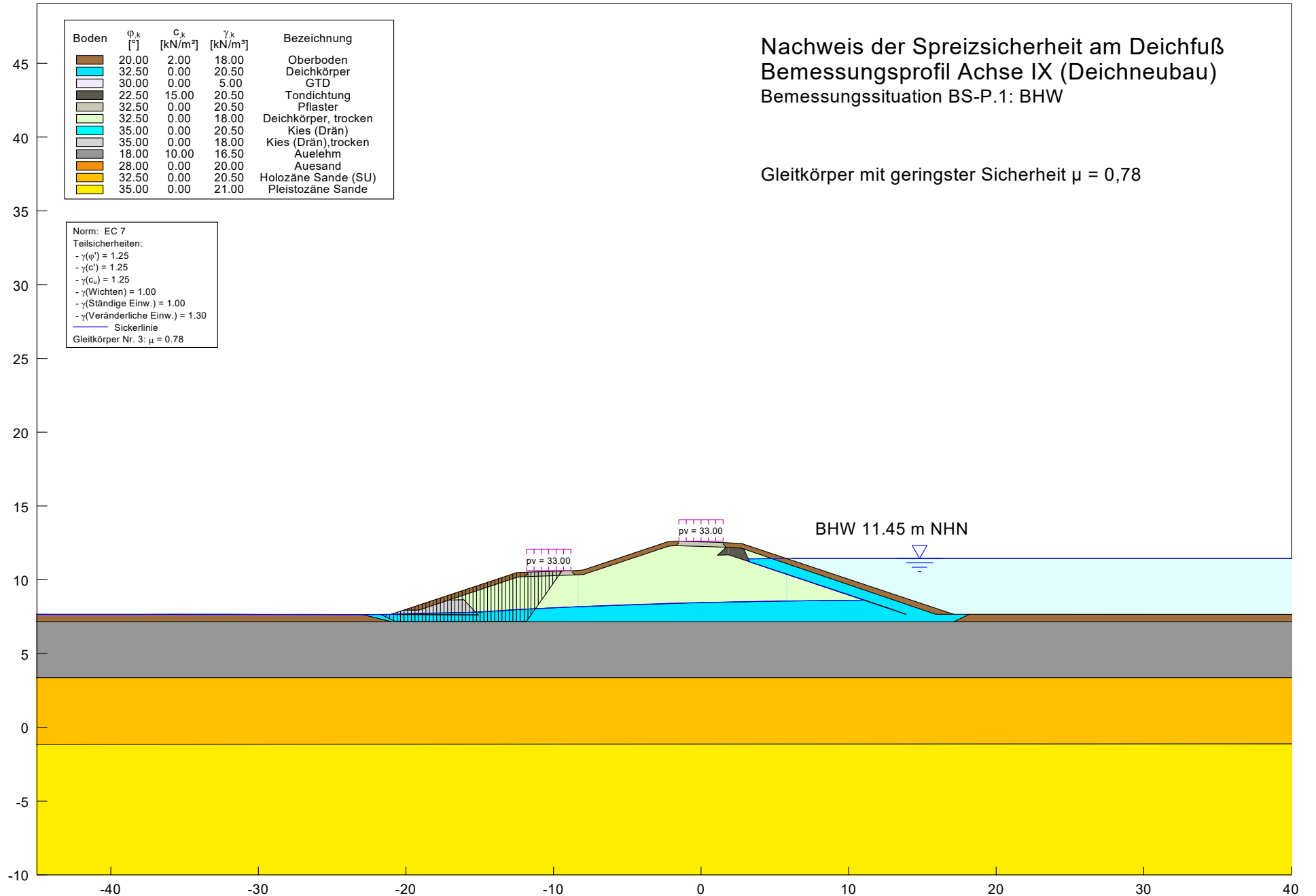


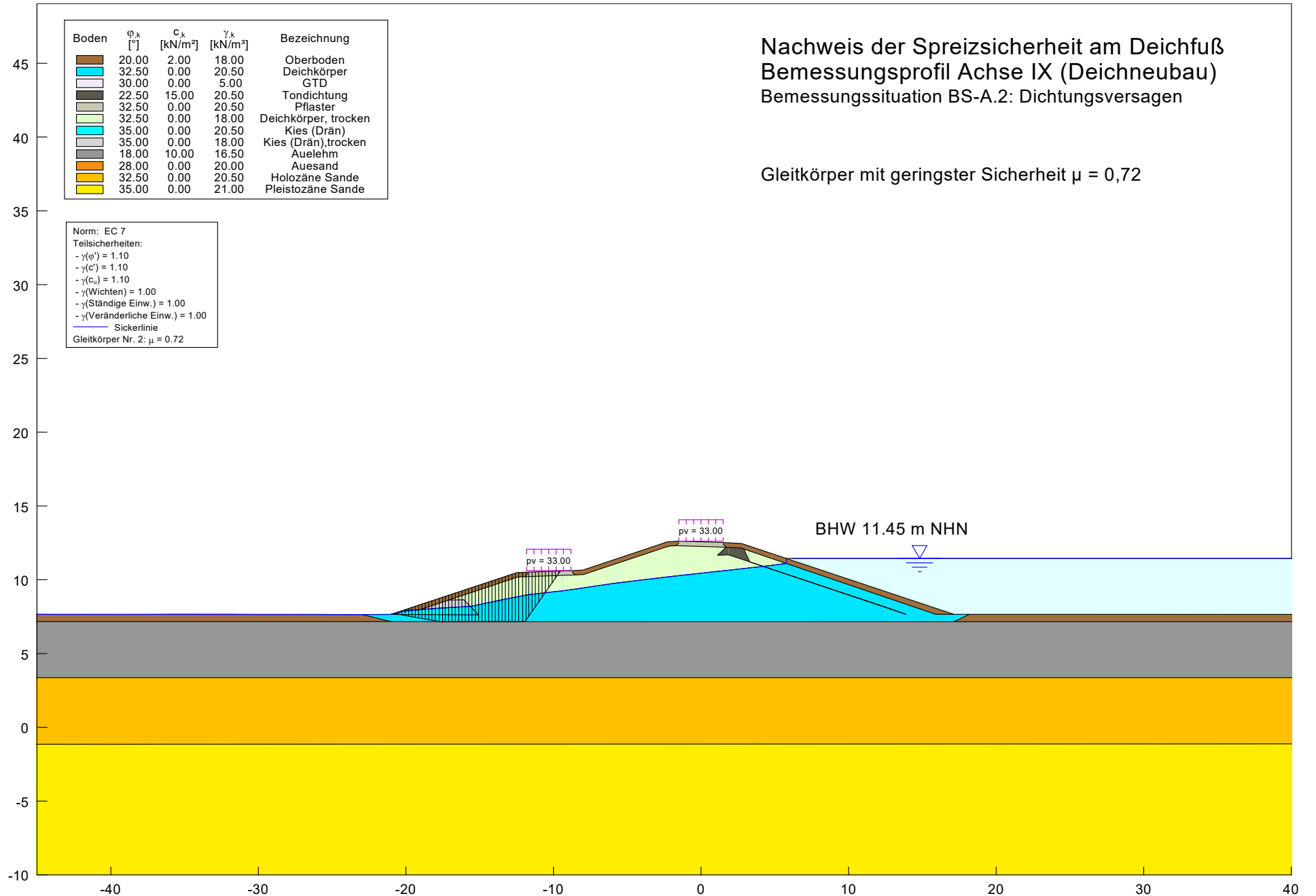


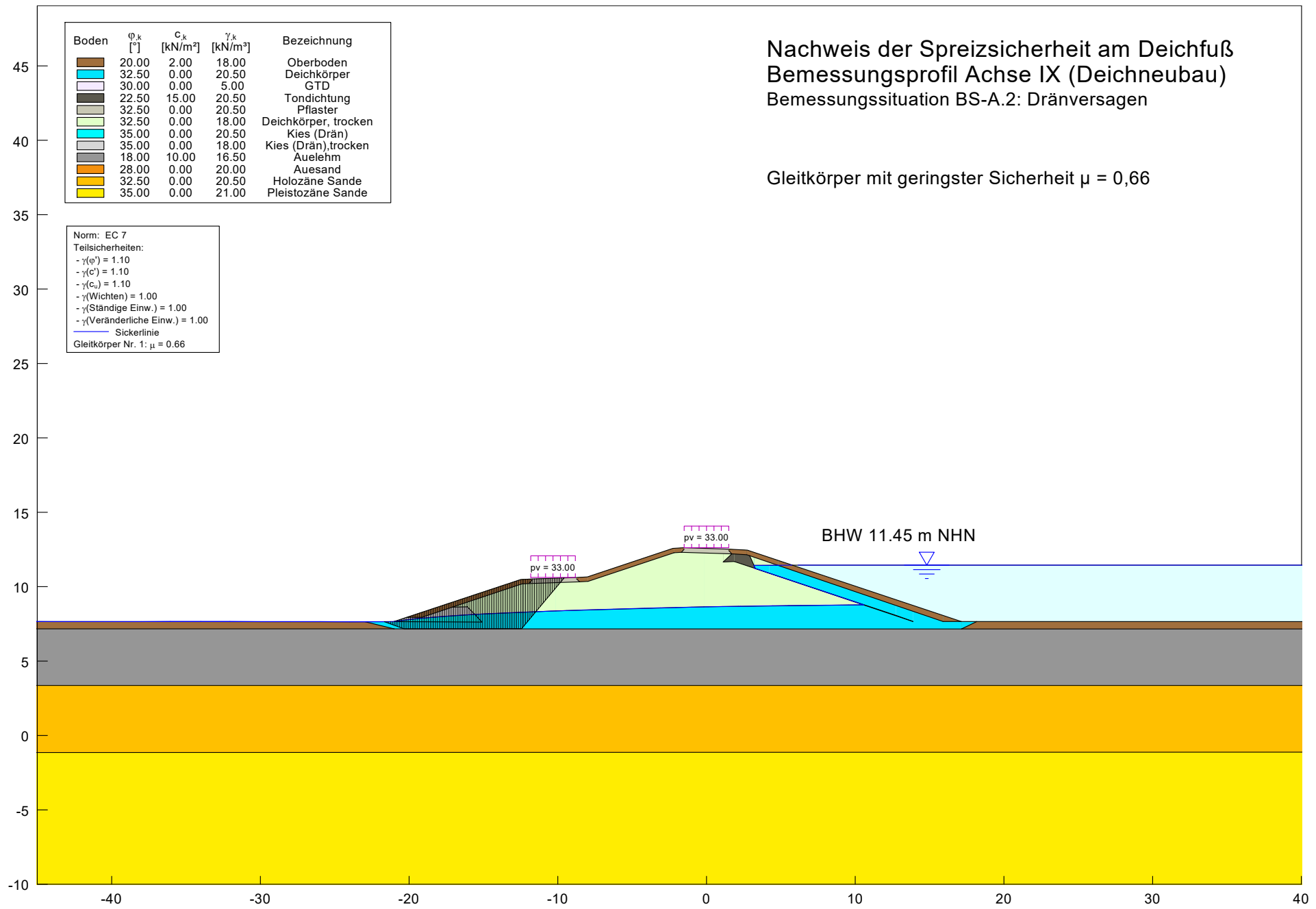


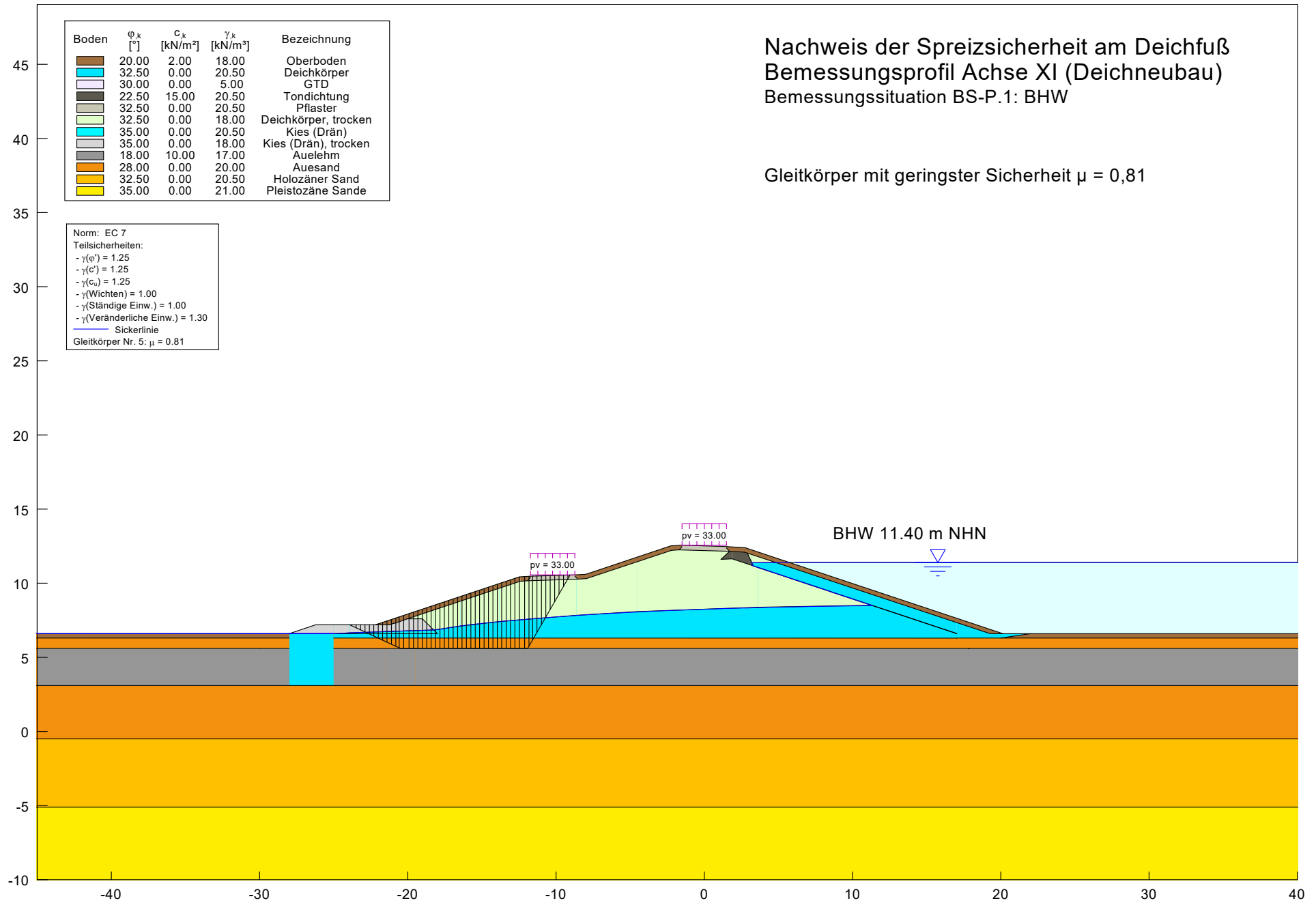


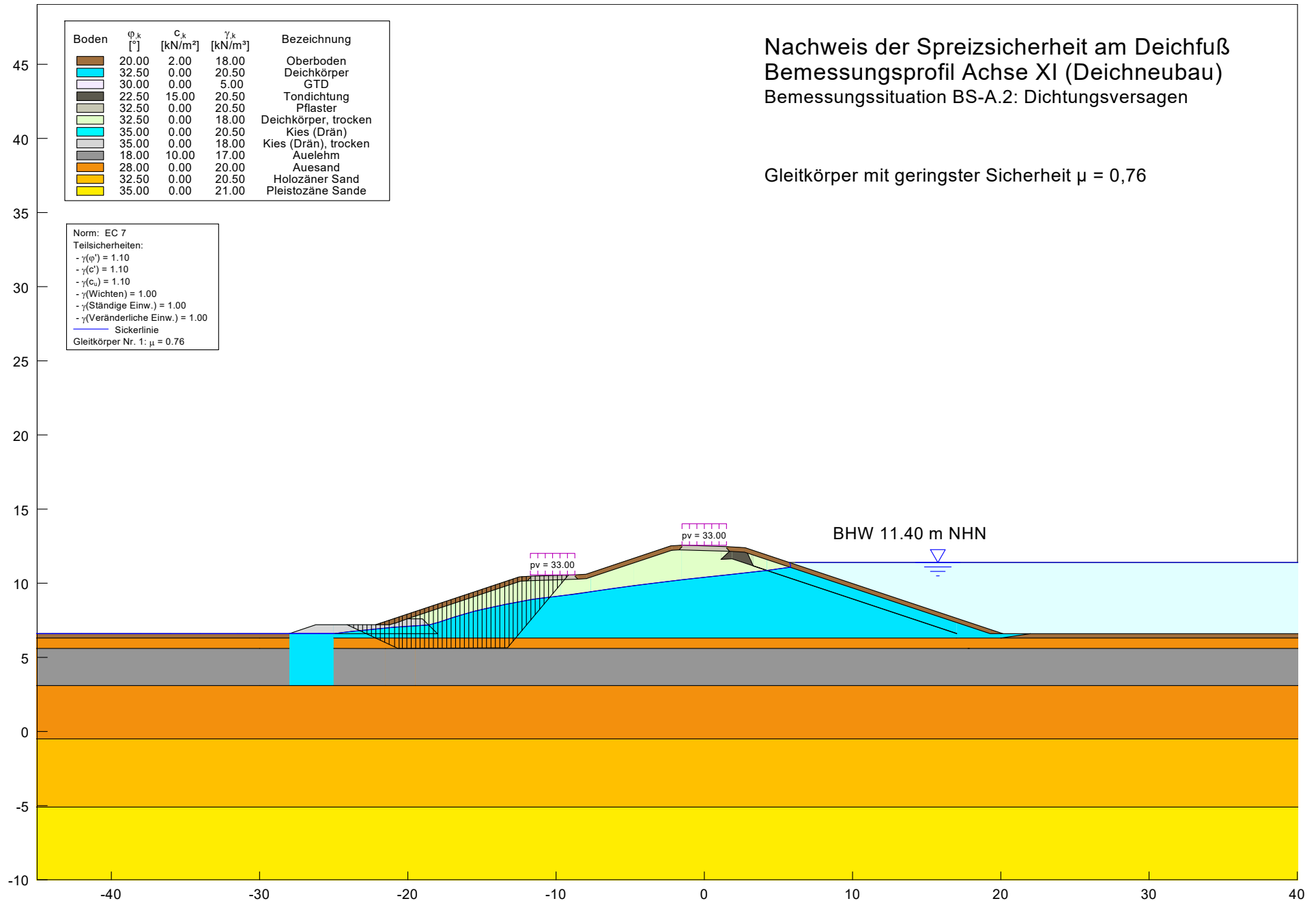


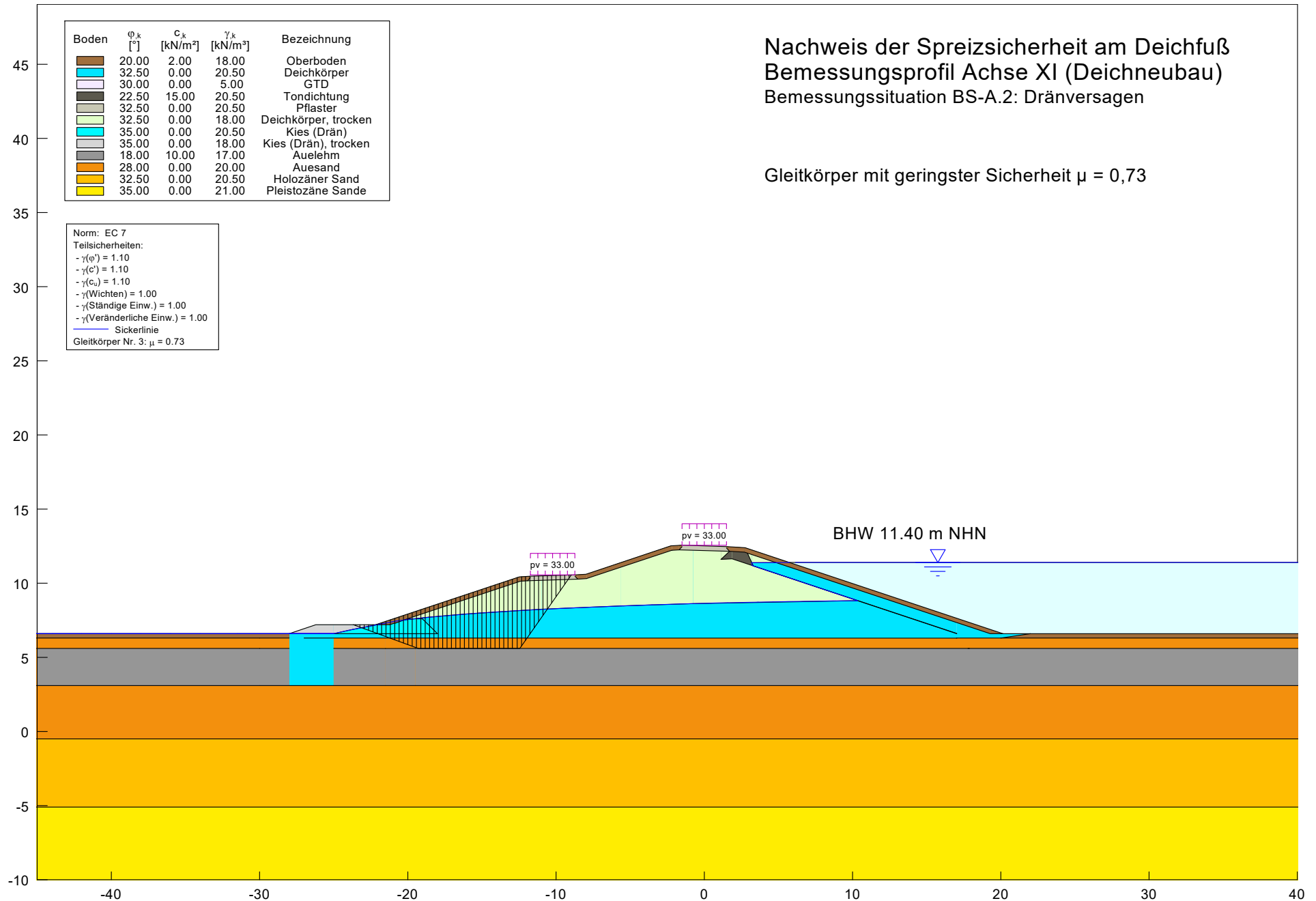


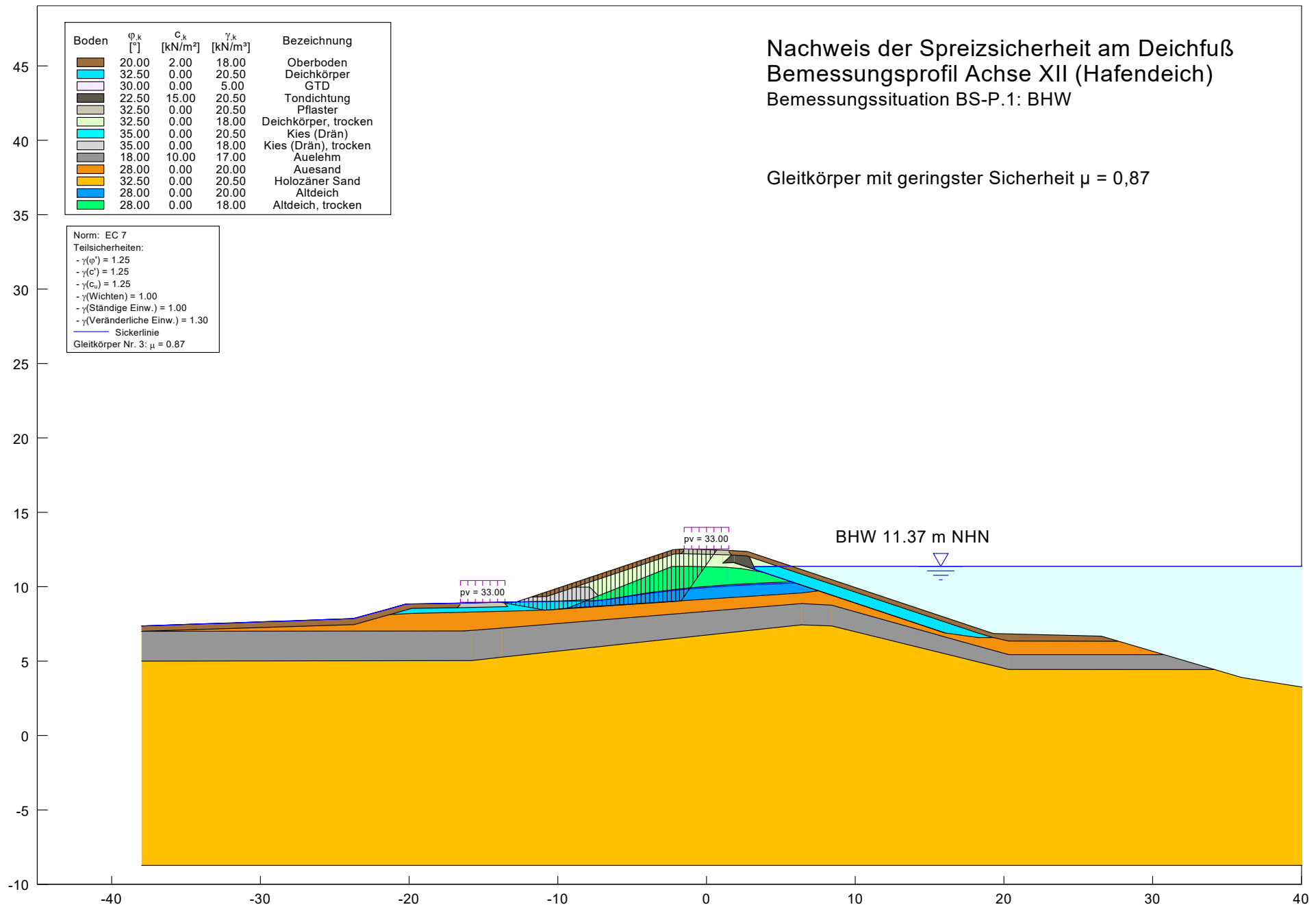


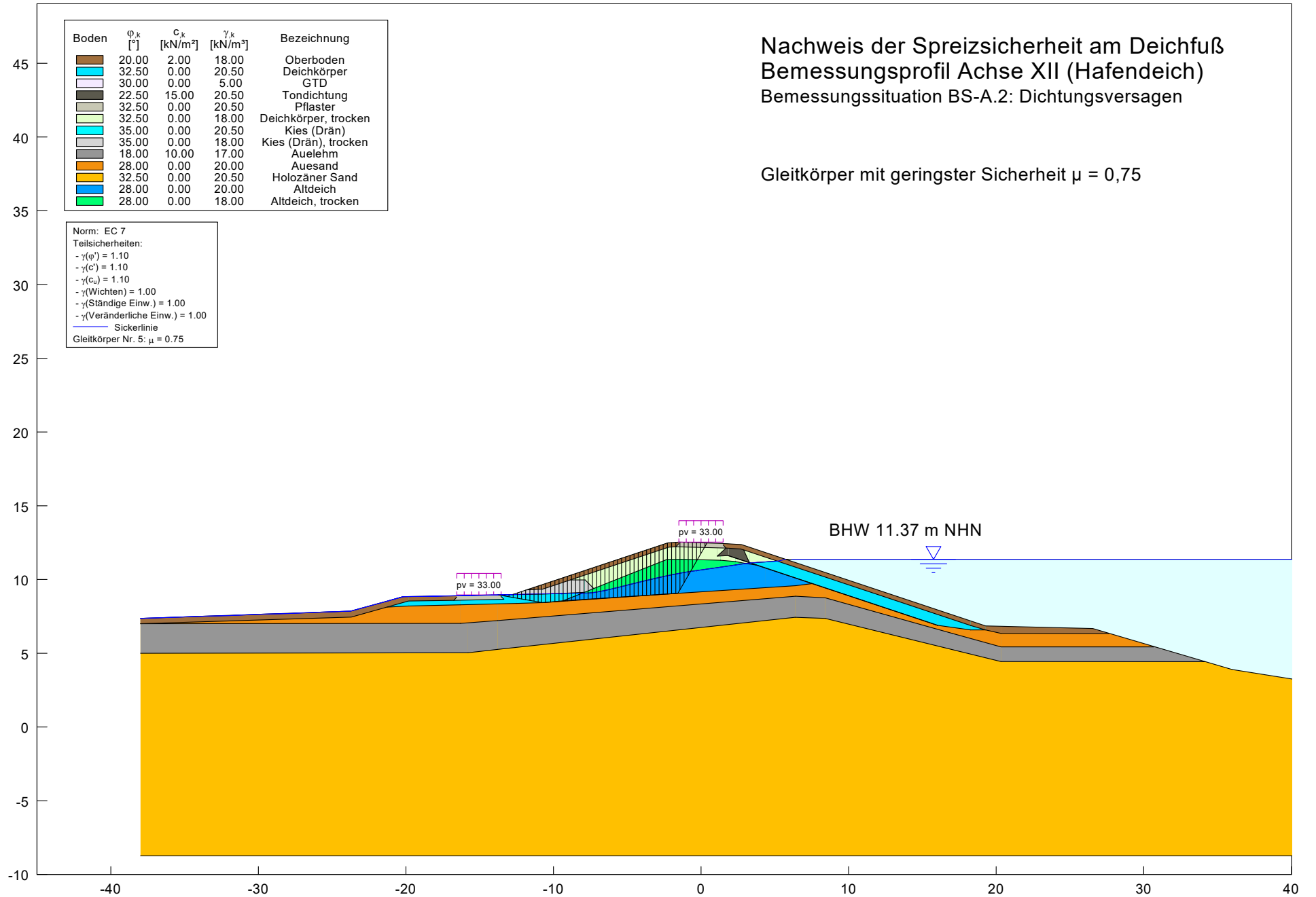


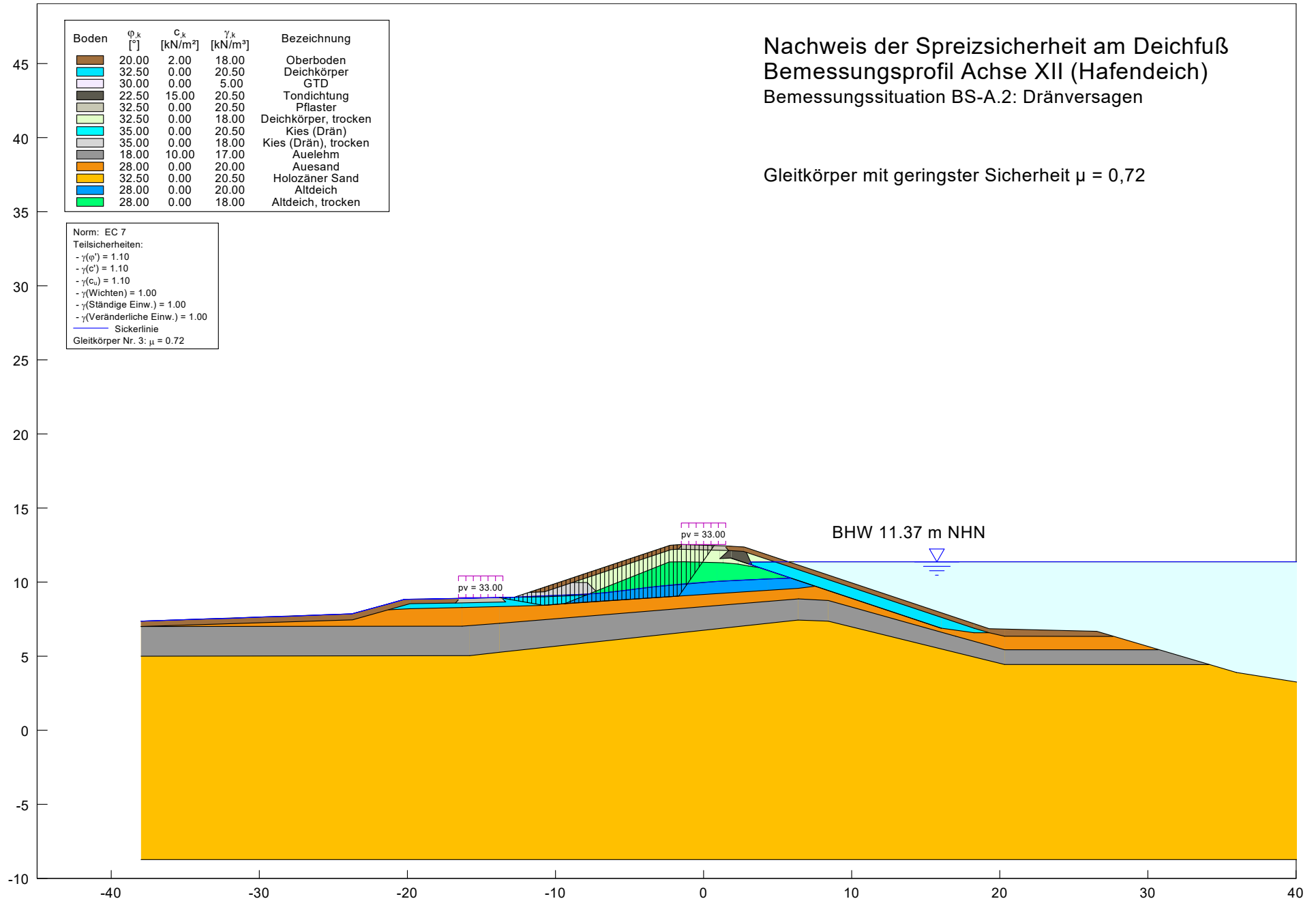












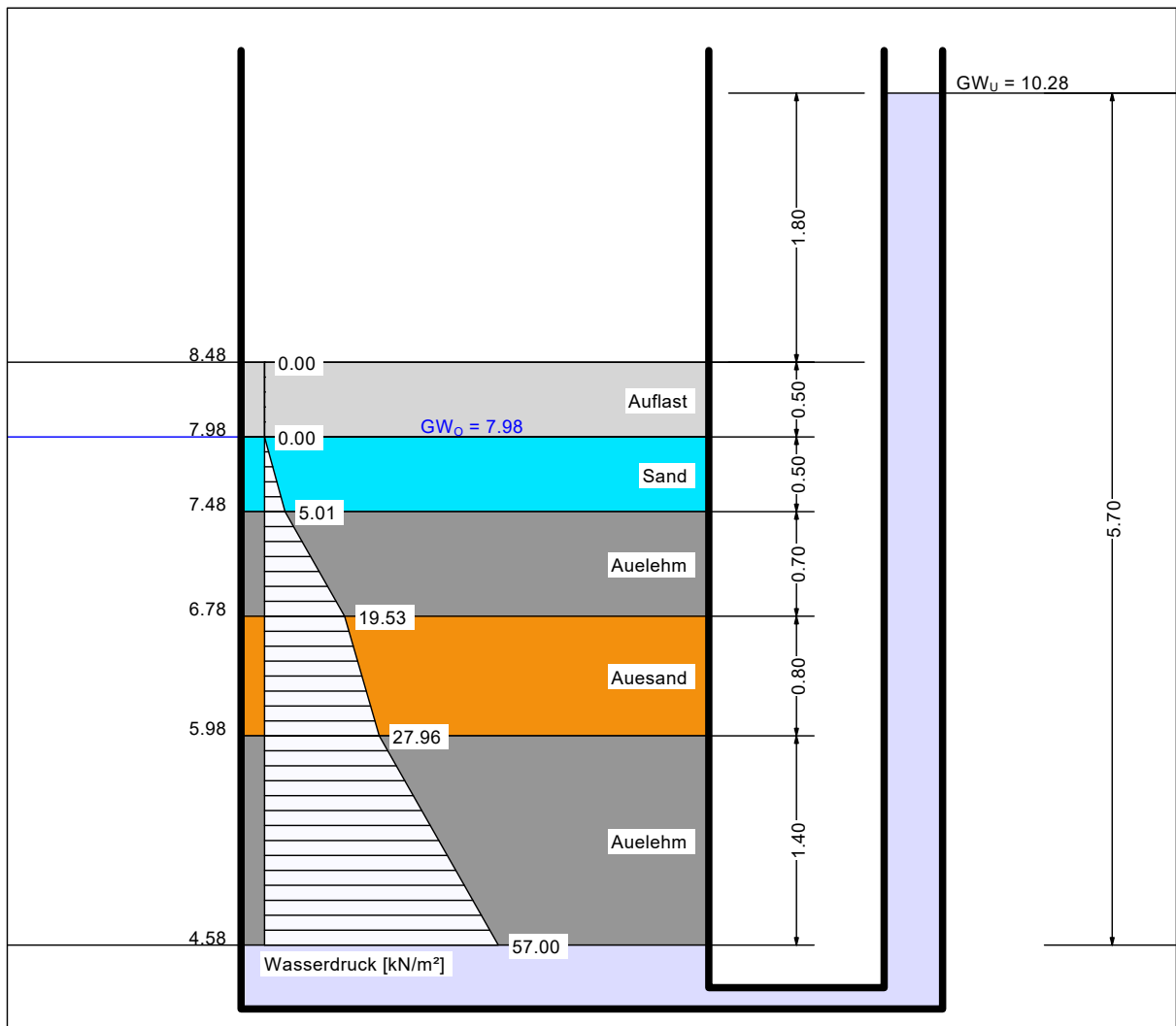
ANLAGE 7 - NACHWEIS DER AUFTRIEBS- UND HYDRAULISCHEN GRUND- BRUCHSICHERHEIT

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-P.1: BHW; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.450$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.888$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 70.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 57.000 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 57.000 / (0.950 \cdot 70.950)$

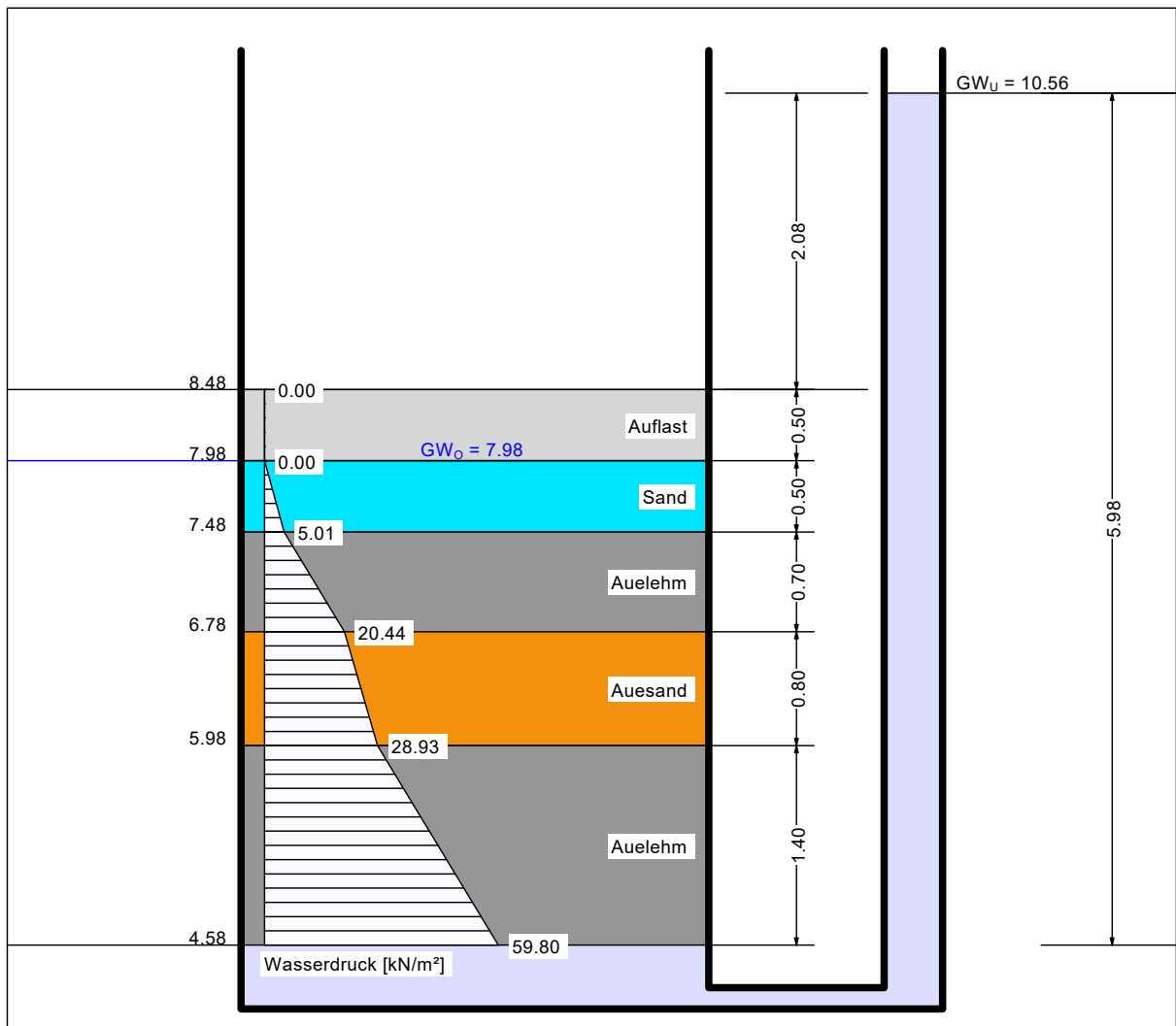
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.950$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 36.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 23.000 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.450
 $\mu = 1.450 \cdot 23.000 / (0.950 \cdot 36.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.887$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 70.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 59.800 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 59.800 / (0.950 \cdot 70.950)$

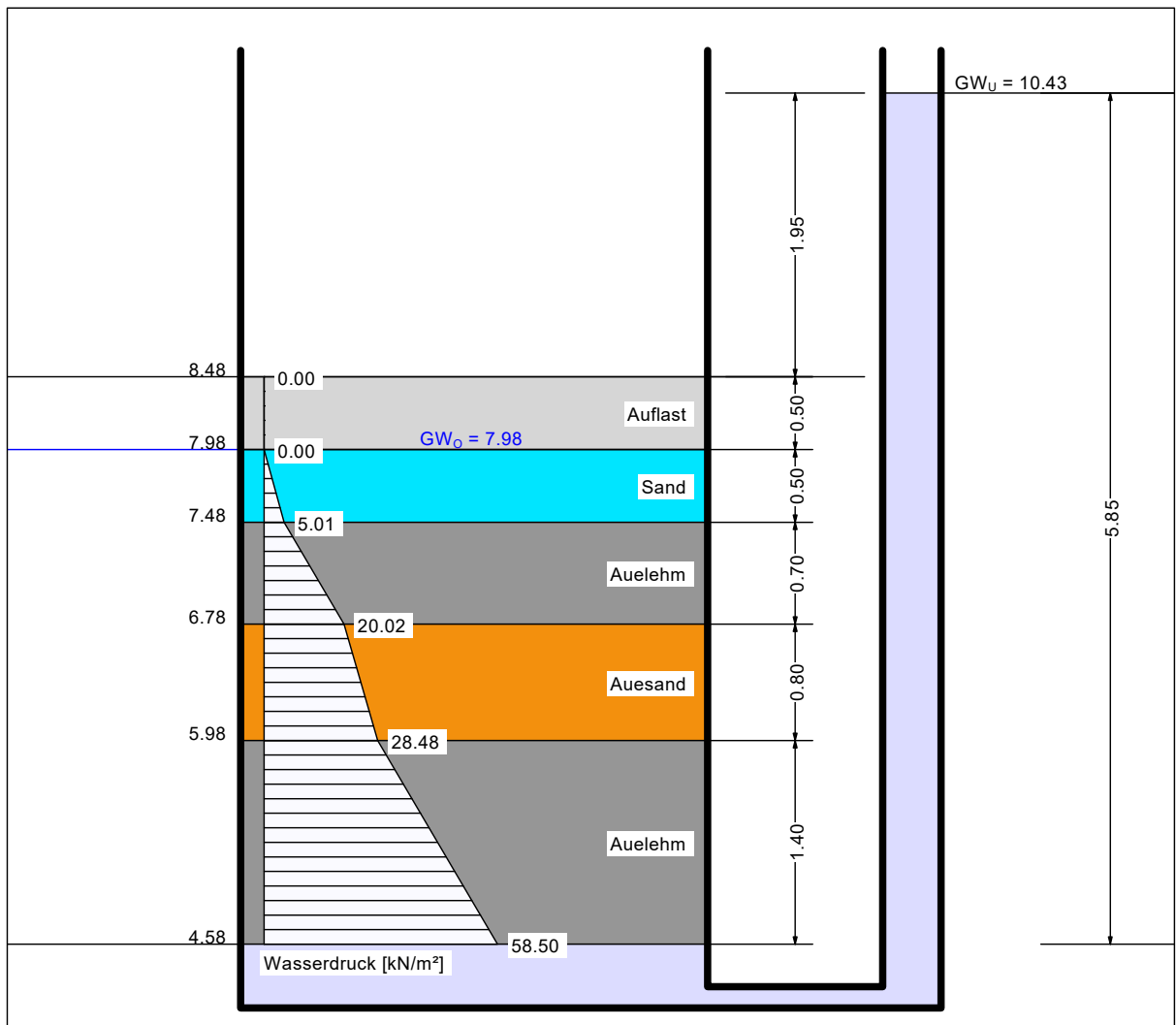
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.919$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 36.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 25.800 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 25.800 / (0.950 \cdot 36.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.868$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 70.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 58.500 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 58.500 / (0.950 \cdot 70.950)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.872$
bei = 4.580 mNHN
Gewicht = 36.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 24.500 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 24.500 / (0.950 \cdot 36.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7

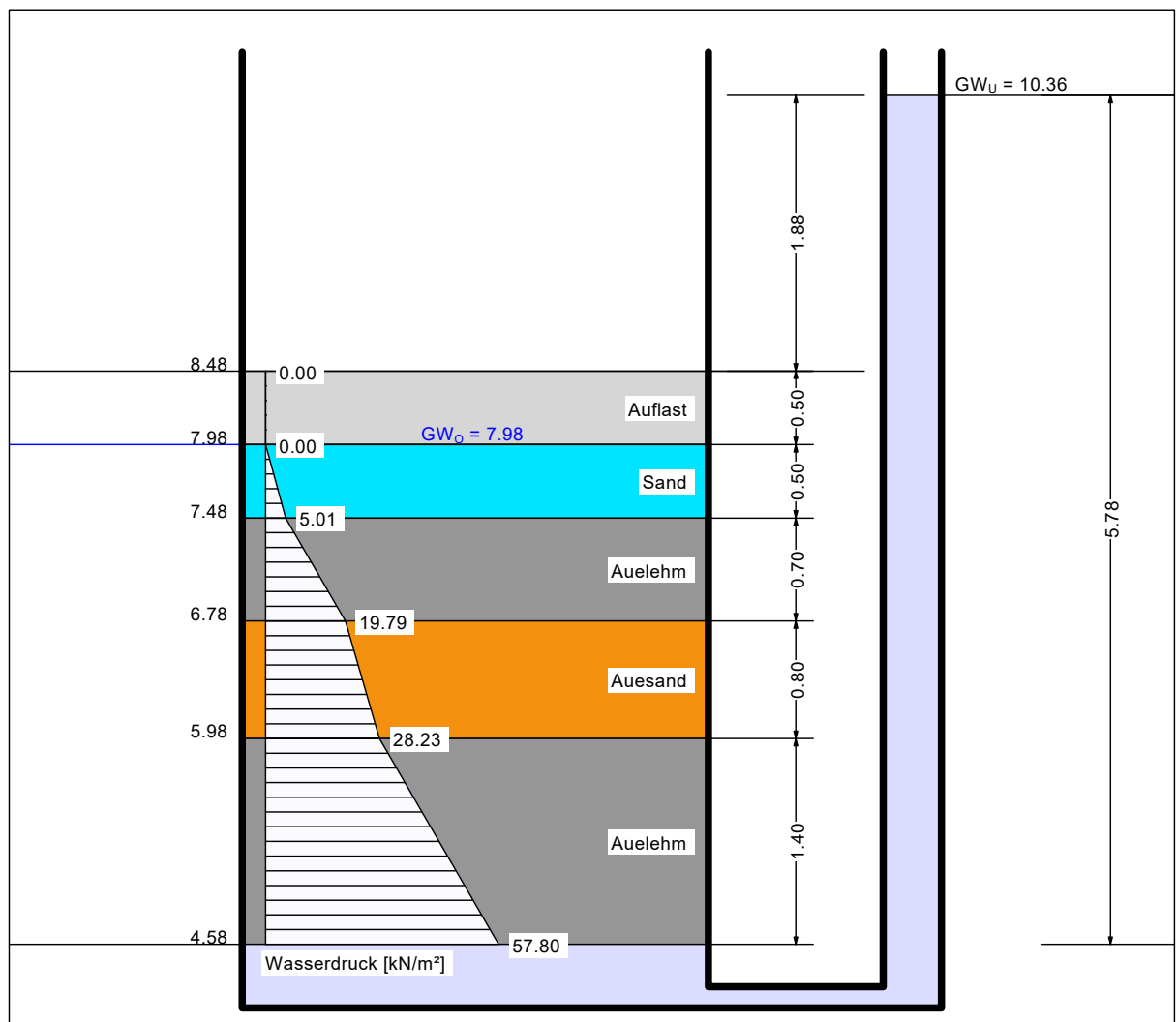
Teilsicherheiten:

$$\gamma_{G,dst} = 1.000$$

$$\gamma_{G,stb} = 0.950$$

$$\gamma_H = 1.250$$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.858$

bei = 4.580 mNHN

Gewicht = 70.950 kN/m²

$$\gamma_{G,stb} = \gamma \text{ (Gewicht)} = 0.950$$

$$\text{PW-Druck} = 57.800 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{G,dst} = \gamma \text{ (PW-Druck)} = 1.000$$

$$\mu = 1.000 \cdot 57.800 / (0.950 \cdot 70.950)$$

Hydraulische Grundbruchsicherheit

Ausnutzungsgrad $\mu = 0.848$

bei = 4.580 mNHN

Gewicht = 36.950 kN/m²

$$\gamma_{G,stb} = \gamma \text{ (Gewicht)} = 0.950$$

$$\text{Strömungskraft} = 23.800 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_H = \gamma \text{ (Strömungskraft)} = 1.250$$

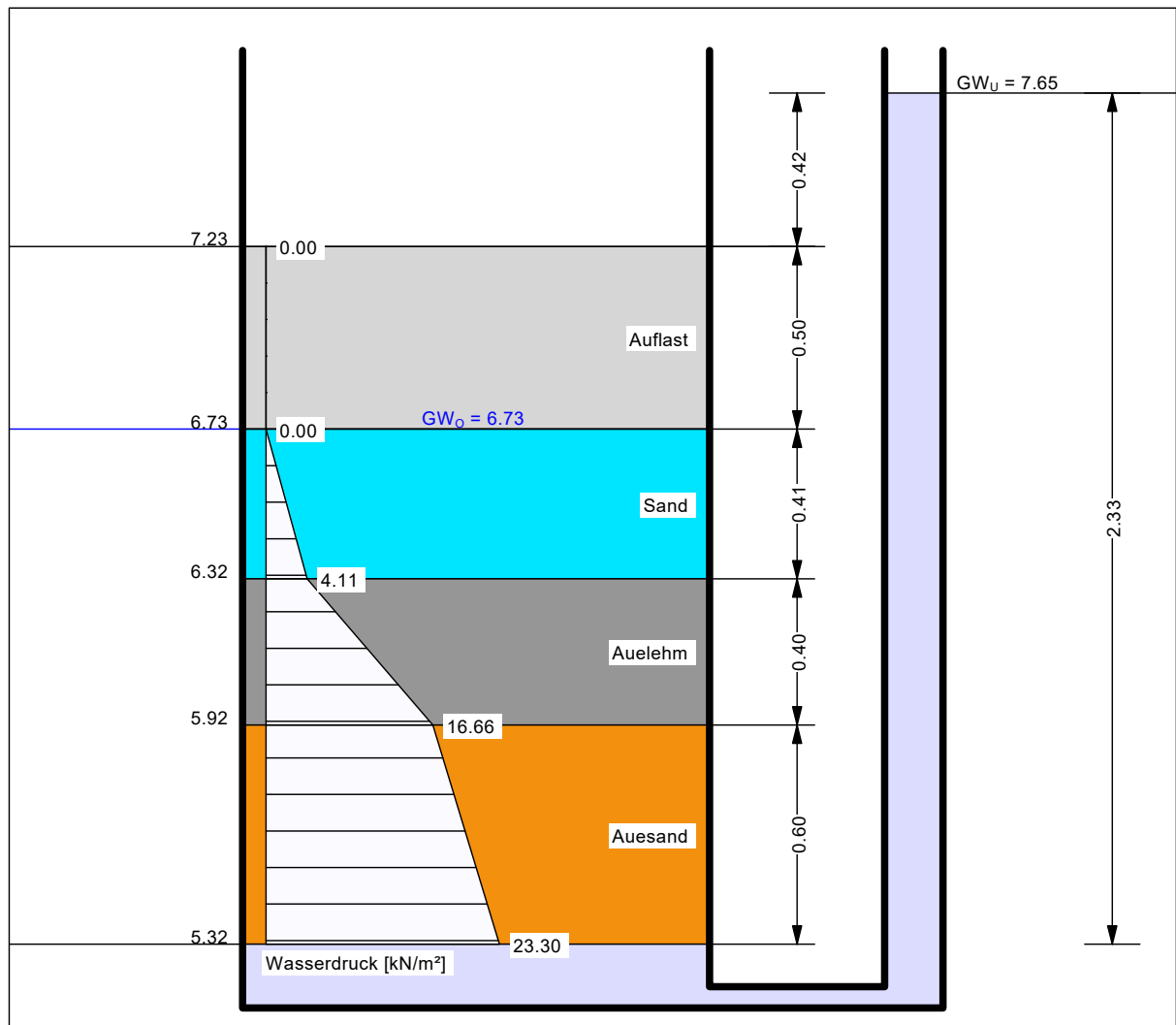
$$\mu = 1.250 \cdot 23.800 / (0.950 \cdot 36.950)$$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-P.1: BHW; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.450$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.761$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 24.205 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 16.659 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 16.659 / (0.950 \cdot 24.205)$

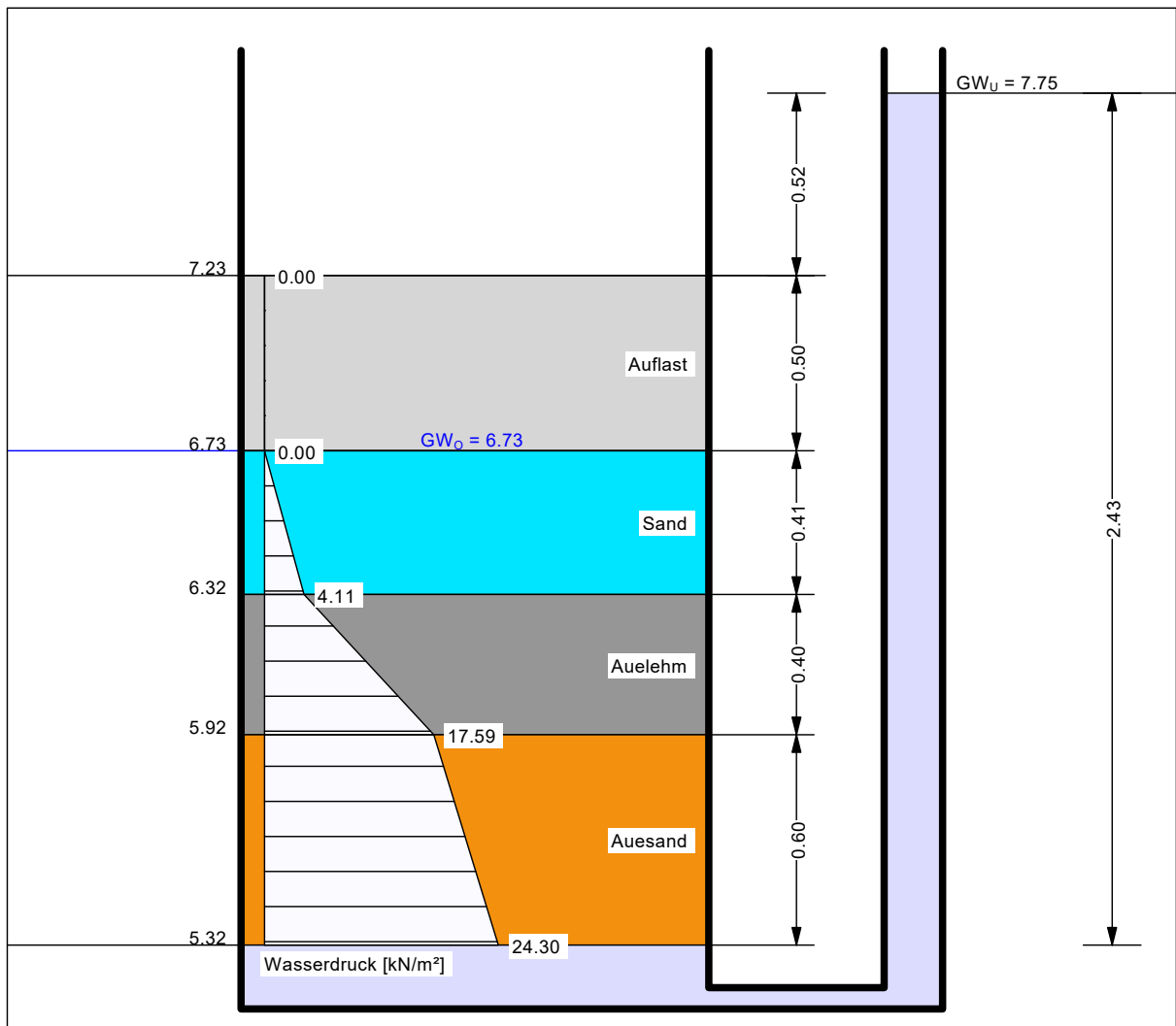
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.811$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 16.105 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 8.559 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.450
 $\mu = 1.450 \cdot 8.559 / (0.950 \cdot 16.105)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.765$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 24.205 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 17.589 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 17.589 / (0.950 \cdot 24.205)$

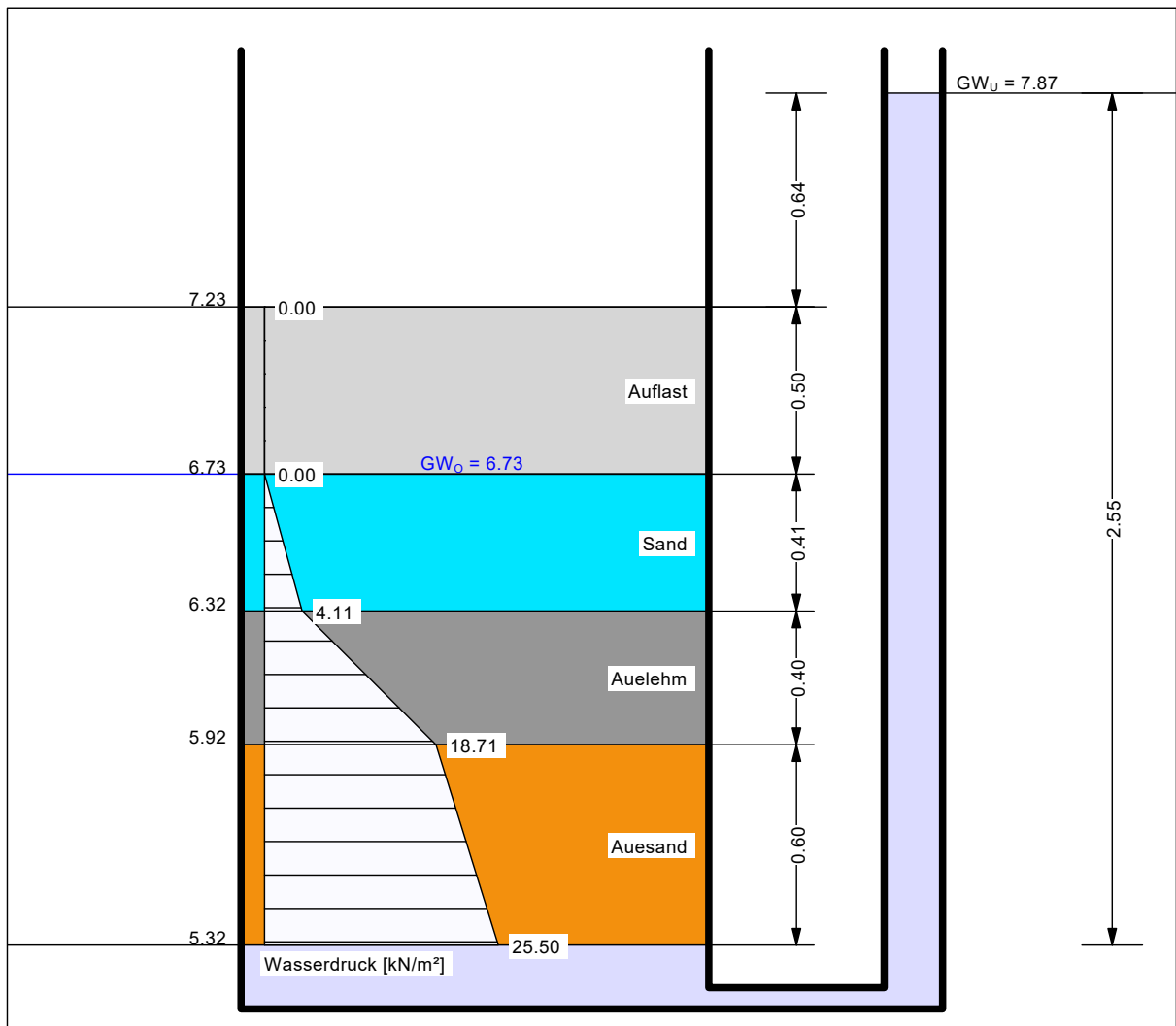
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.775$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 16.105 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 9.489 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 9.489 / (0.950 \cdot 16.105)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.813$
bei 5.920 mNHN
Gewicht = 24.205 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 18.705 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 18.705 / (0.950 \cdot 24.205)$

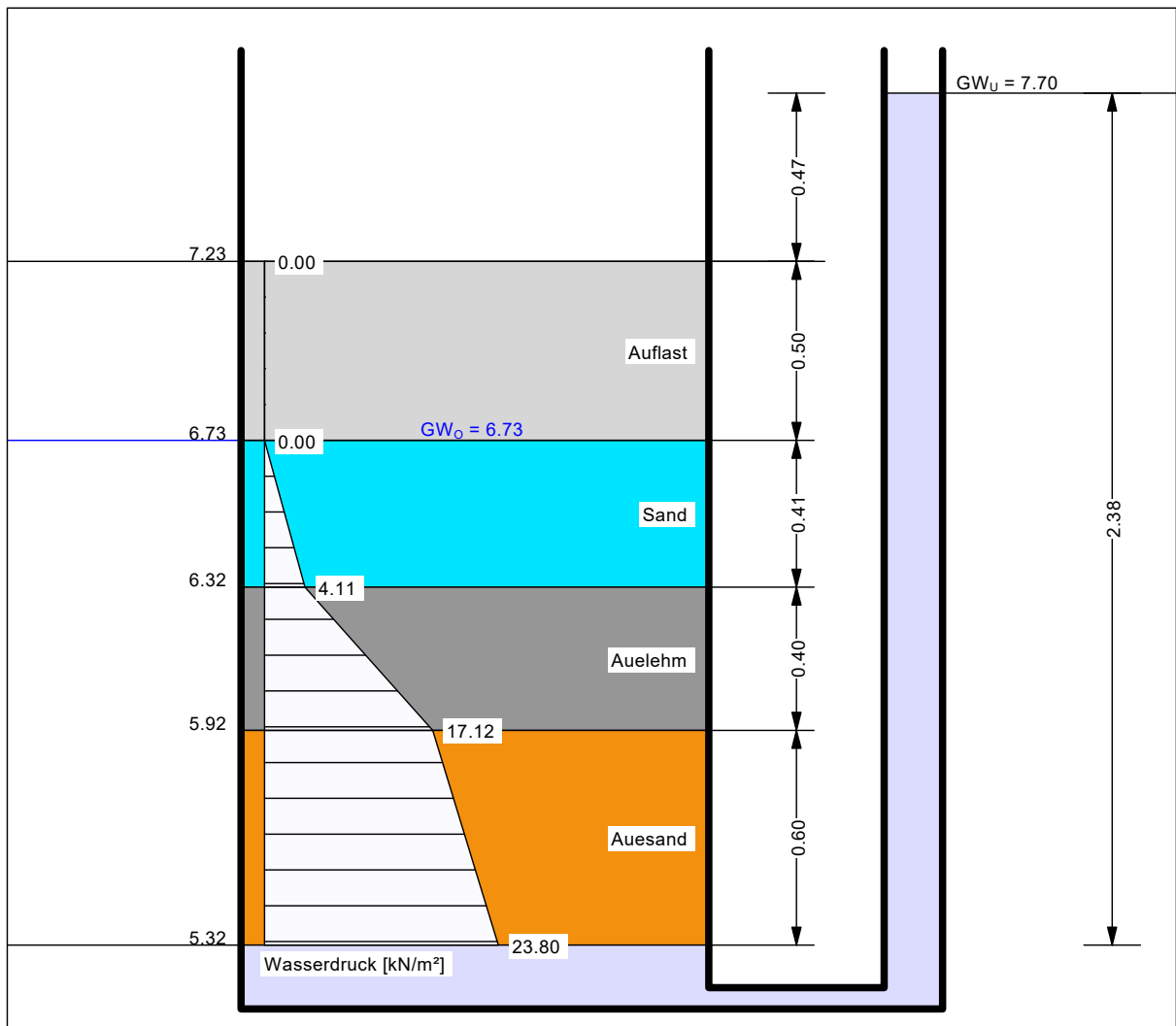
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.866$
bei 5.920 mNHN
Gewicht = 16.105 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 10.605 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 10.605 / (0.950 \cdot 16.105)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.745$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 24.205 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 17.124 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 17.124 / (0.950 \cdot 24.205)$

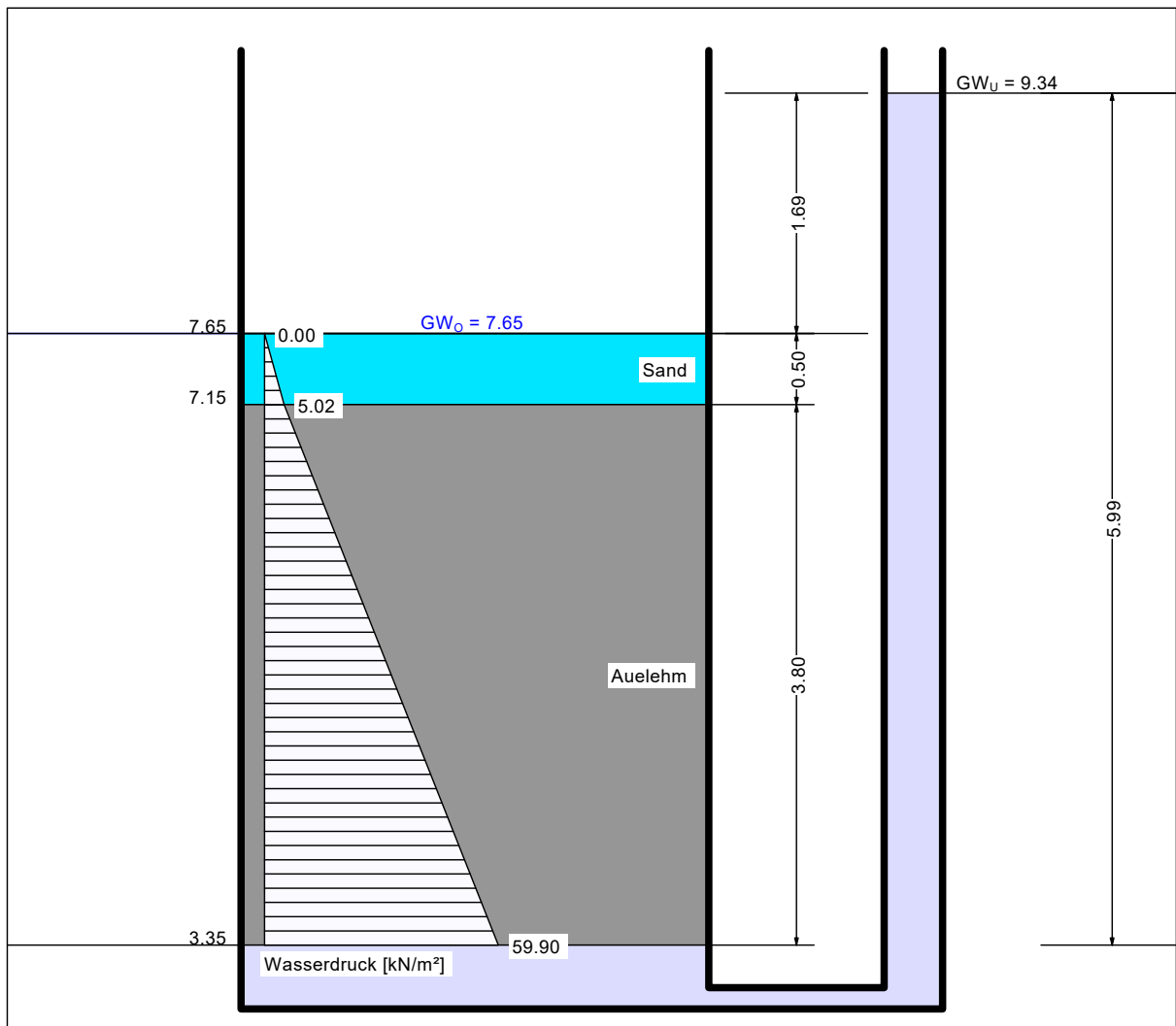
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.737$
bei = 5.920 mNHN
Gewicht = 16.105 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 9.024 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 9.024 / (0.950 \cdot 16.105)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-P.1: BHW; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.450$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.885$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 74.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 59.900 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 59.900 / (0.950 \cdot 74.850)$

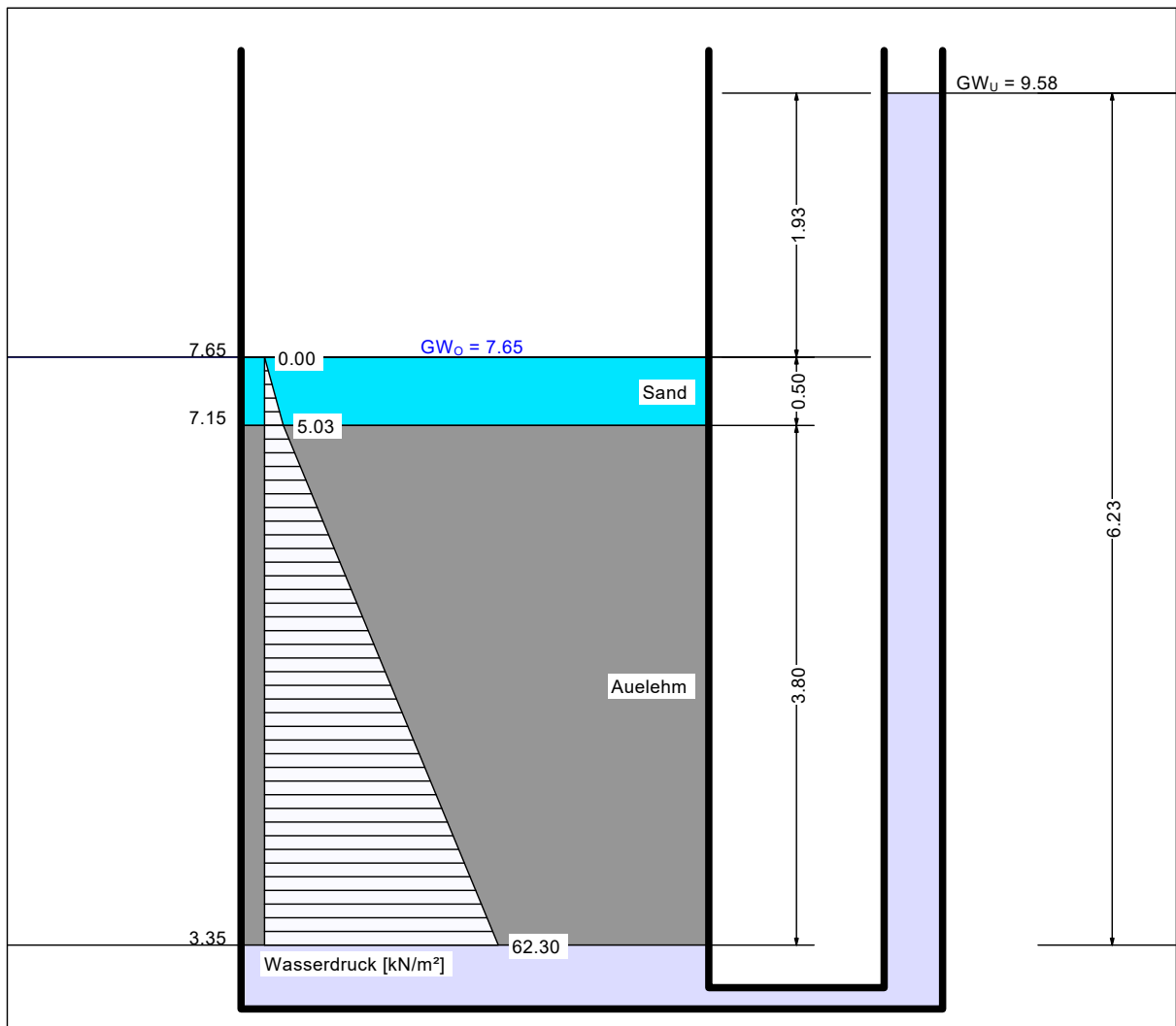
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.810$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 31.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 16.900 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.450
 $\mu = 1.450 \cdot 16.900 / (0.950 \cdot 31.850)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.876$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 74.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 62.300 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 62.300 / (0.950 \cdot 74.850)$

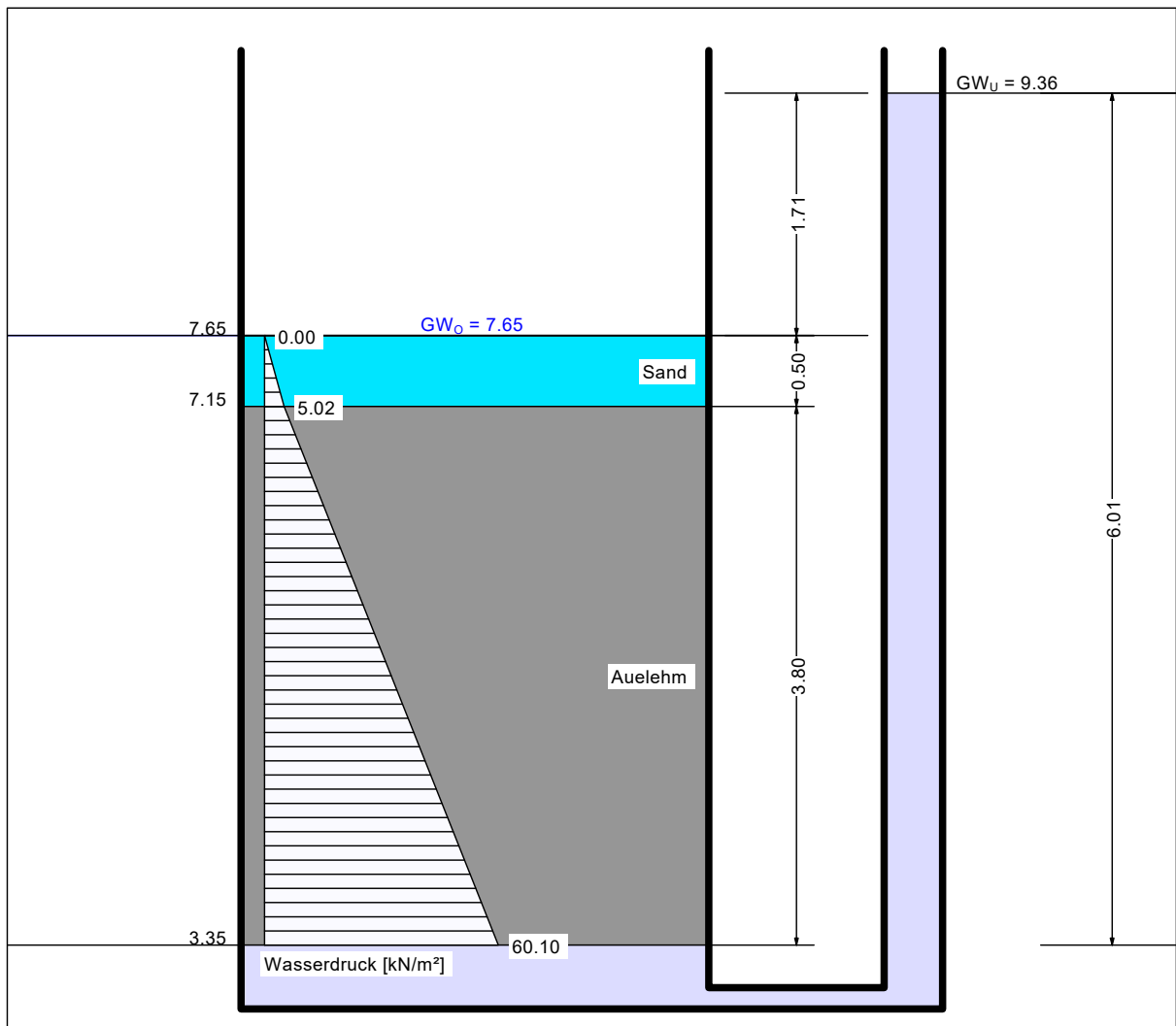
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.797$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 31.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 19.300 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 19.300 / (0.950 \cdot 31.850)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungs- und Dränversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Sand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.845$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 74.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 60.100 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 60.100 / (0.950 \cdot 74.850)$

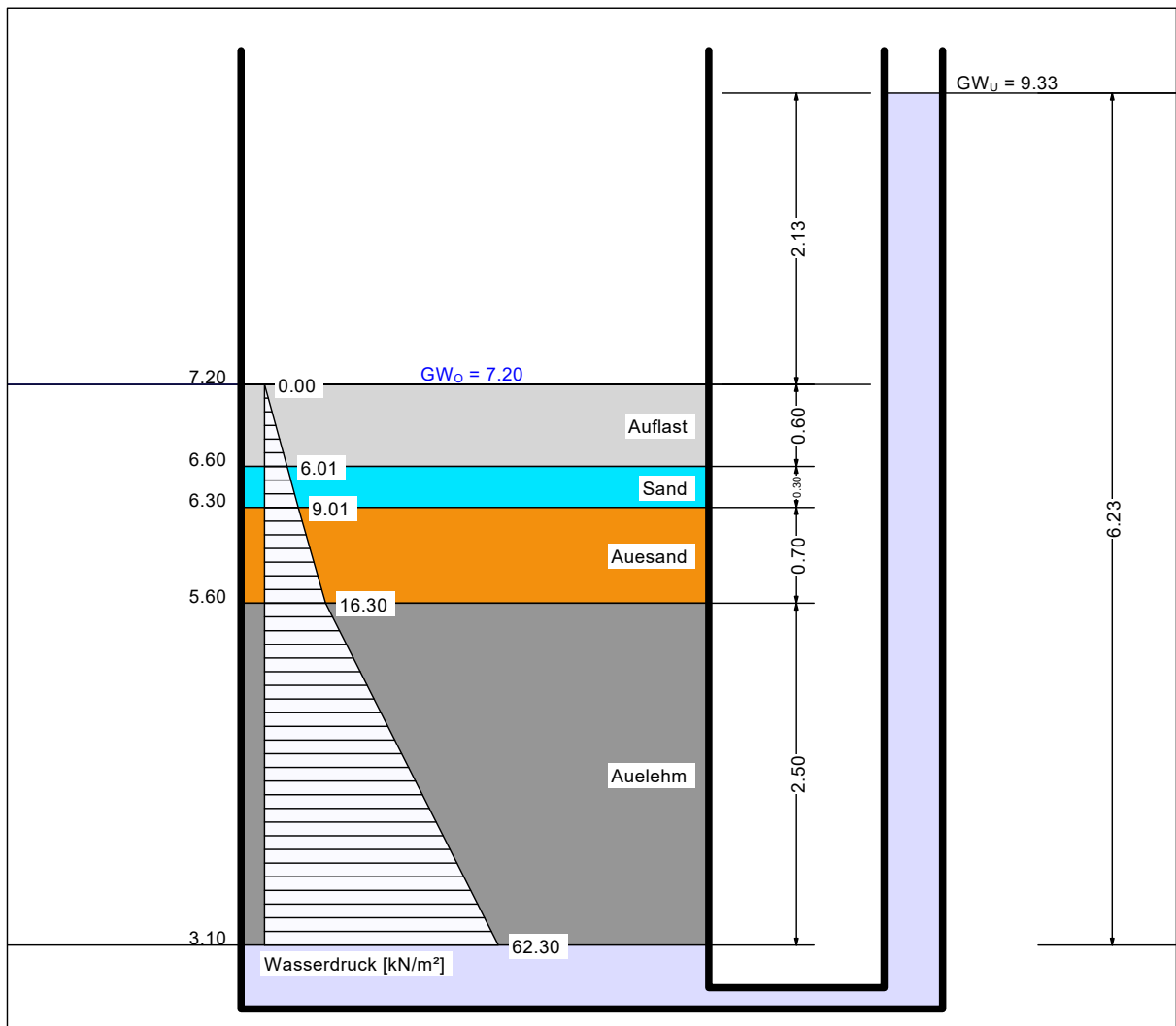
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.706$
bei = 3.350 mNHN
Gewicht = 31.850 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 17.100 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 17.100 / (0.950 \cdot 31.850)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-P.1: BHW; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.450$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.919$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 74.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 62.300 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 62.300 / (0.950 \cdot 74.950)$

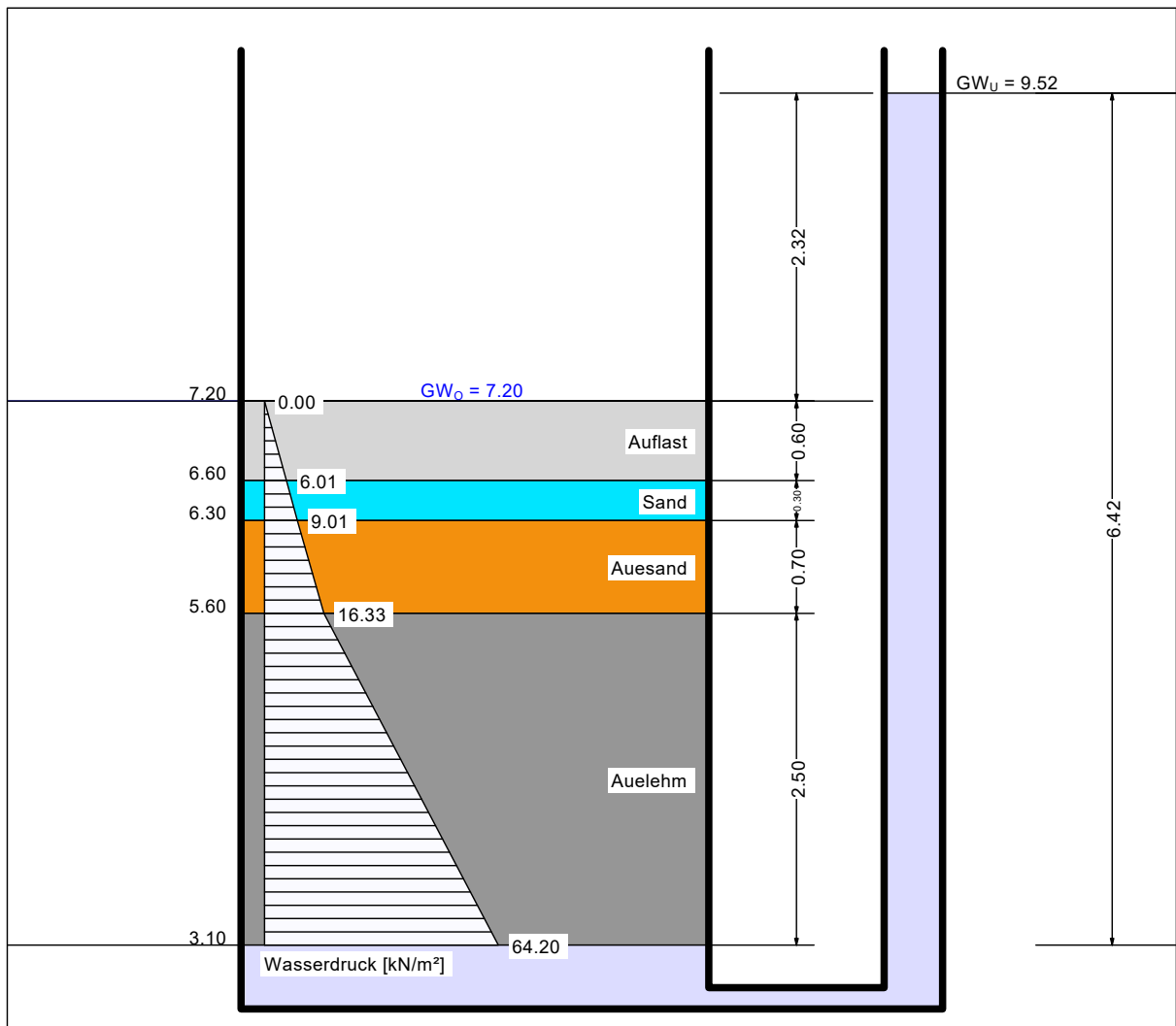
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.958$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 33.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 21.300 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.450
 $\mu = 1.450 \cdot 21.300 / (0.950 \cdot 33.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.902$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 74.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 64.200 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 64.200 / (0.950 \cdot 74.950)$

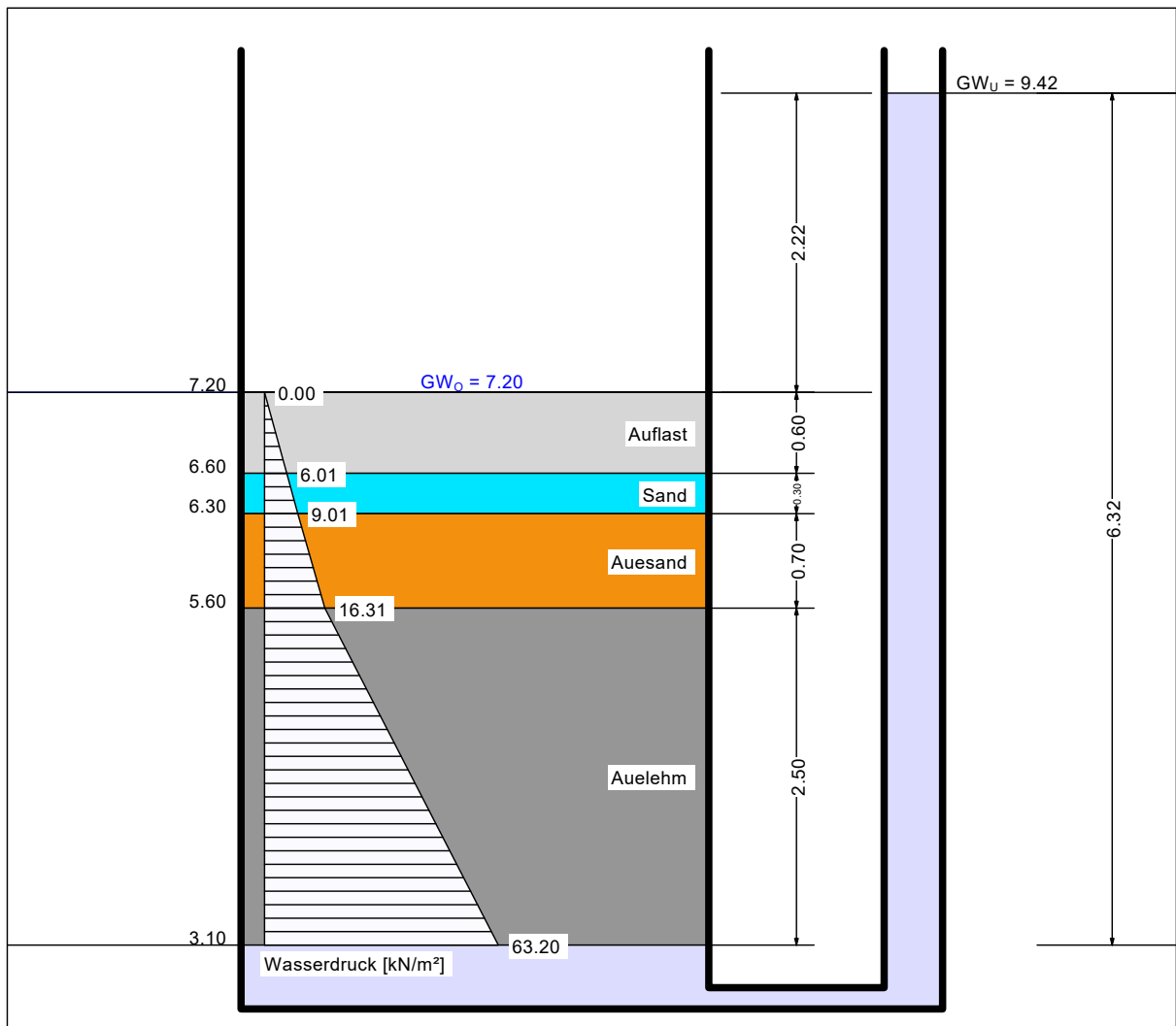
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.899$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 33.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 23.200 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 23.200 / (0.950 \cdot 33.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stab} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.888$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 74.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 63.200 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 63.200 / (0.950 \cdot 74.950)$

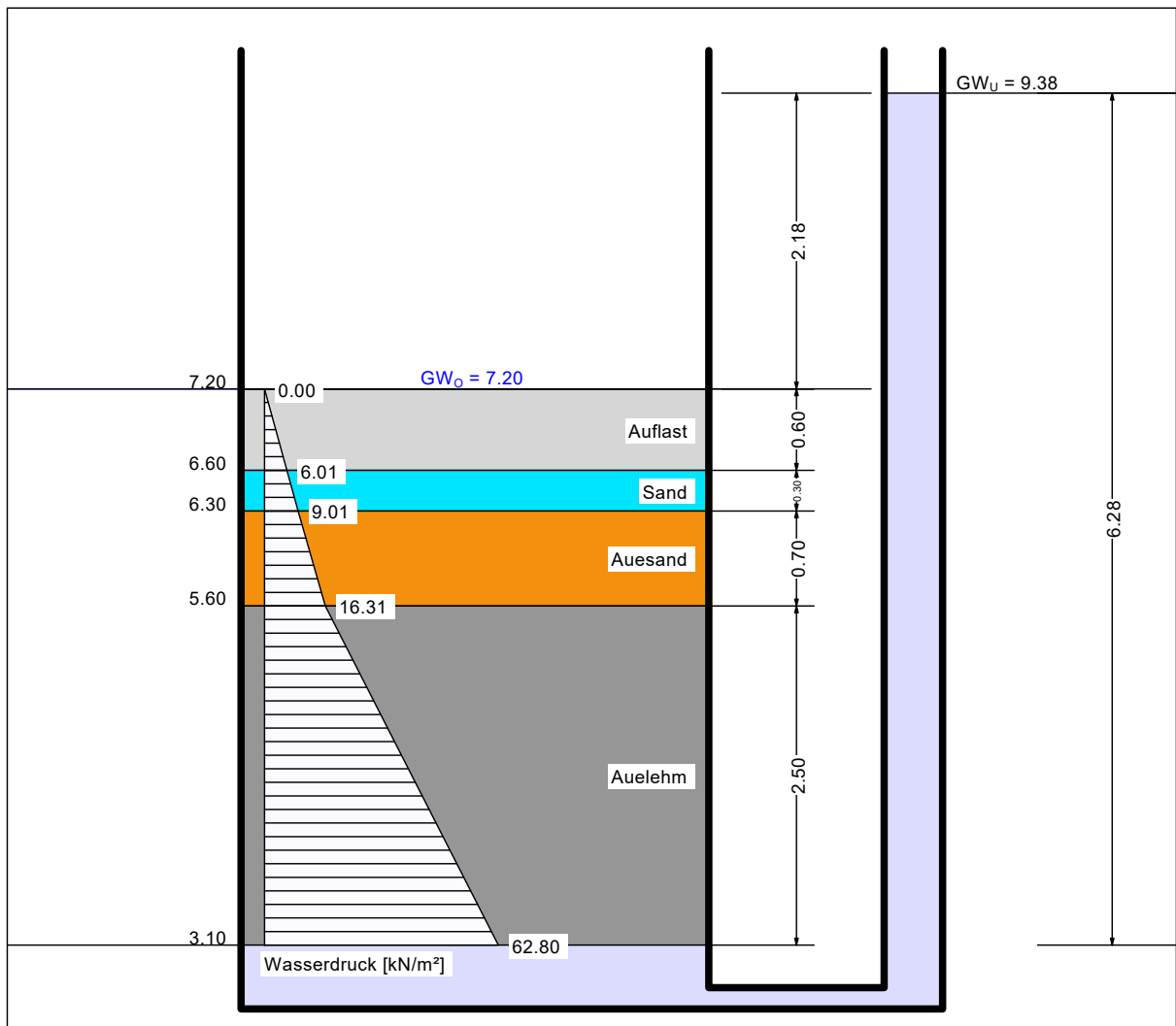
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.860$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 33.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 22.200 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 22.200 / (0.950 \cdot 33.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)

Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Auflast
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	16.50	7.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.882$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 74.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 62.800 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 62.800 / (0.950 \cdot 74.950)$

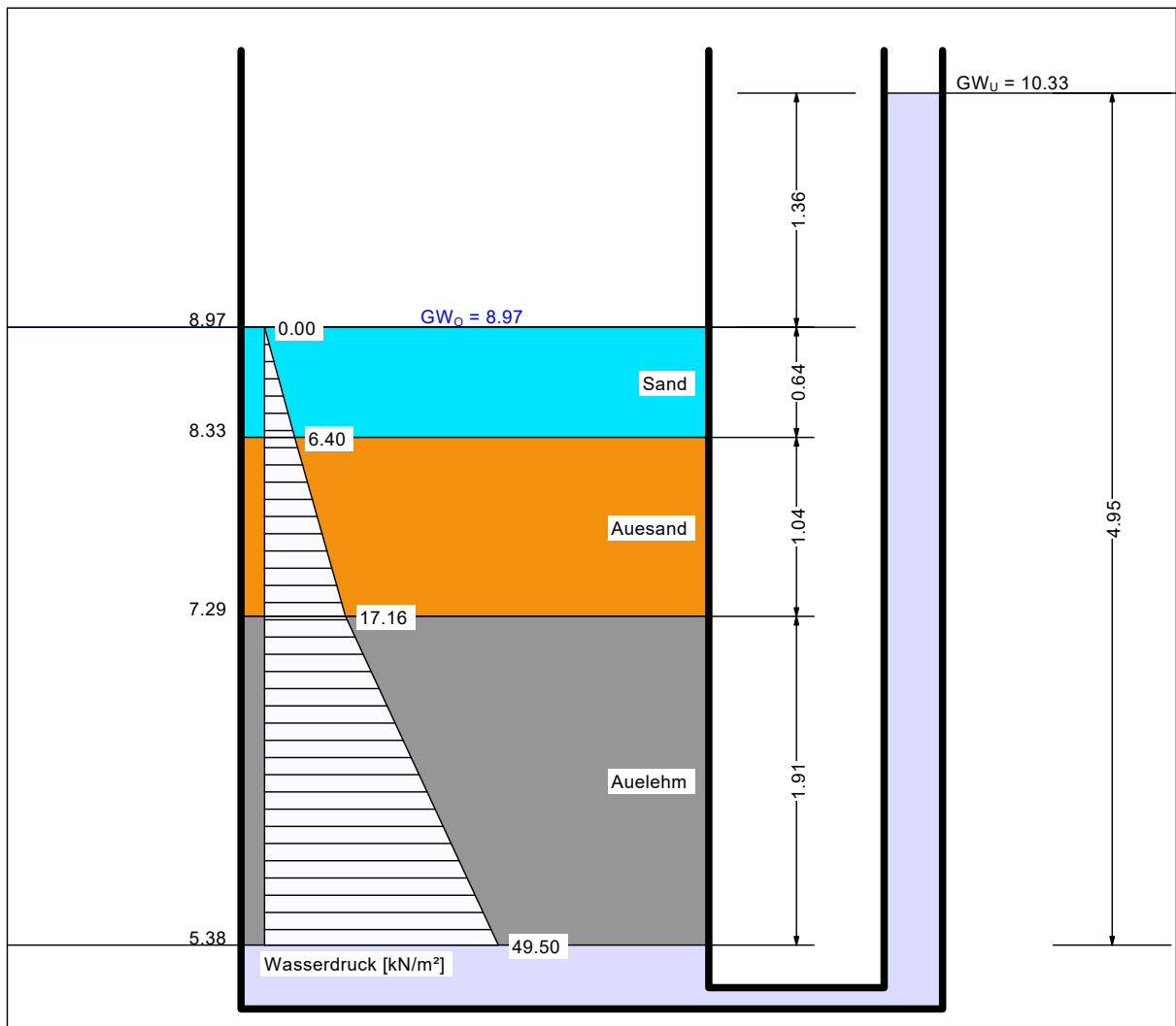
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.845$
bei = 3.100 mNHN
Gewicht = 33.950 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 21.800 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 21.800 / (0.950 \cdot 33.950)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)

Bemessungssituation BS-P.1: BHW; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.450$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	15.00	5.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.874$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 62.570 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 49.500 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 49.500 / (0.950 \cdot 62.570)$

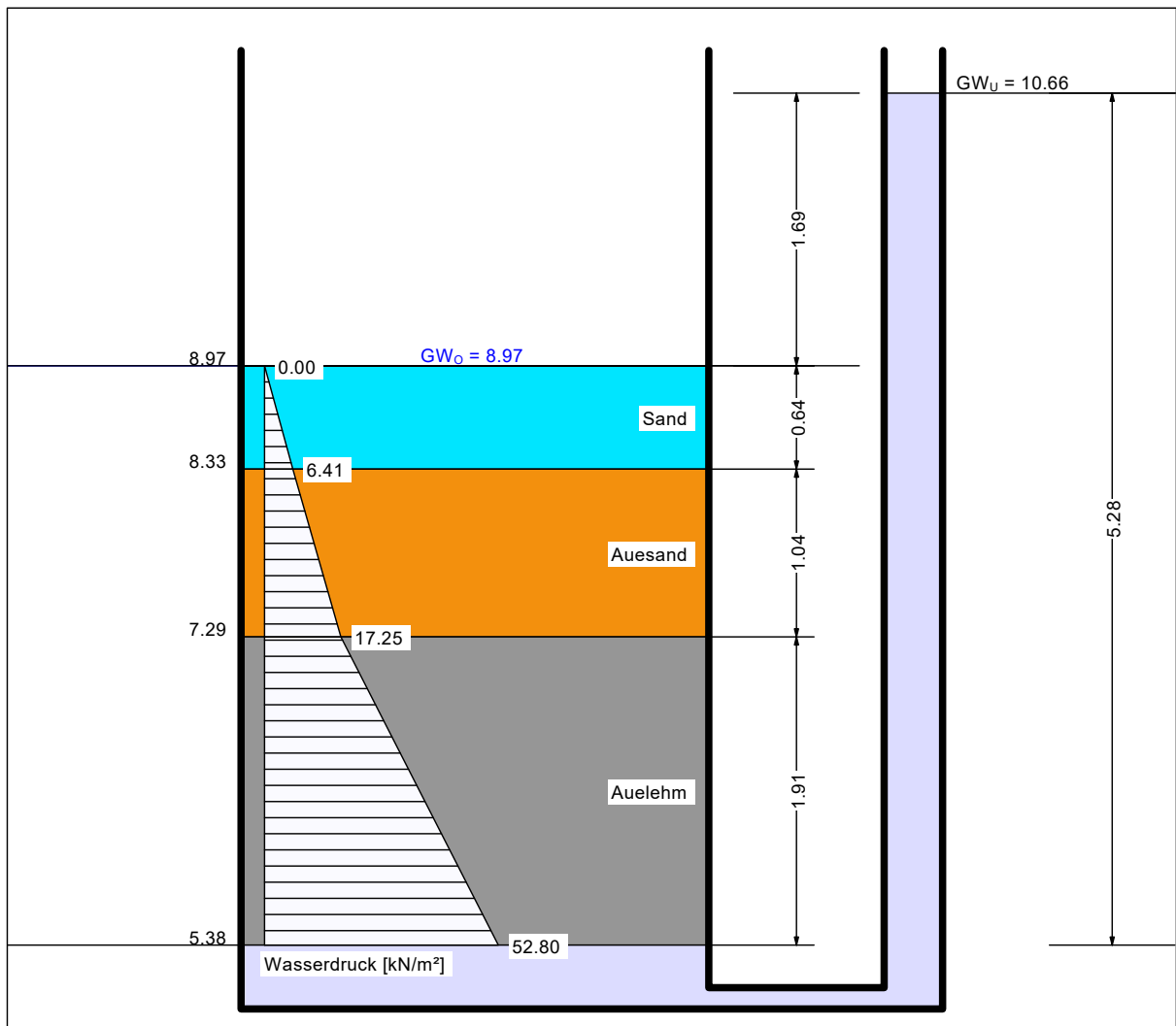
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.778$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 26.670 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 13.600 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.450
 $\mu = 1.450 \cdot 13.600 / (0.950 \cdot 26.670)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)

Bemessungssituation BS-A.1: bordvoller Einstau; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	15.00	5.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.888$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 62.570 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 52.800 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 52.800 / (0.950 \cdot 62.570)$

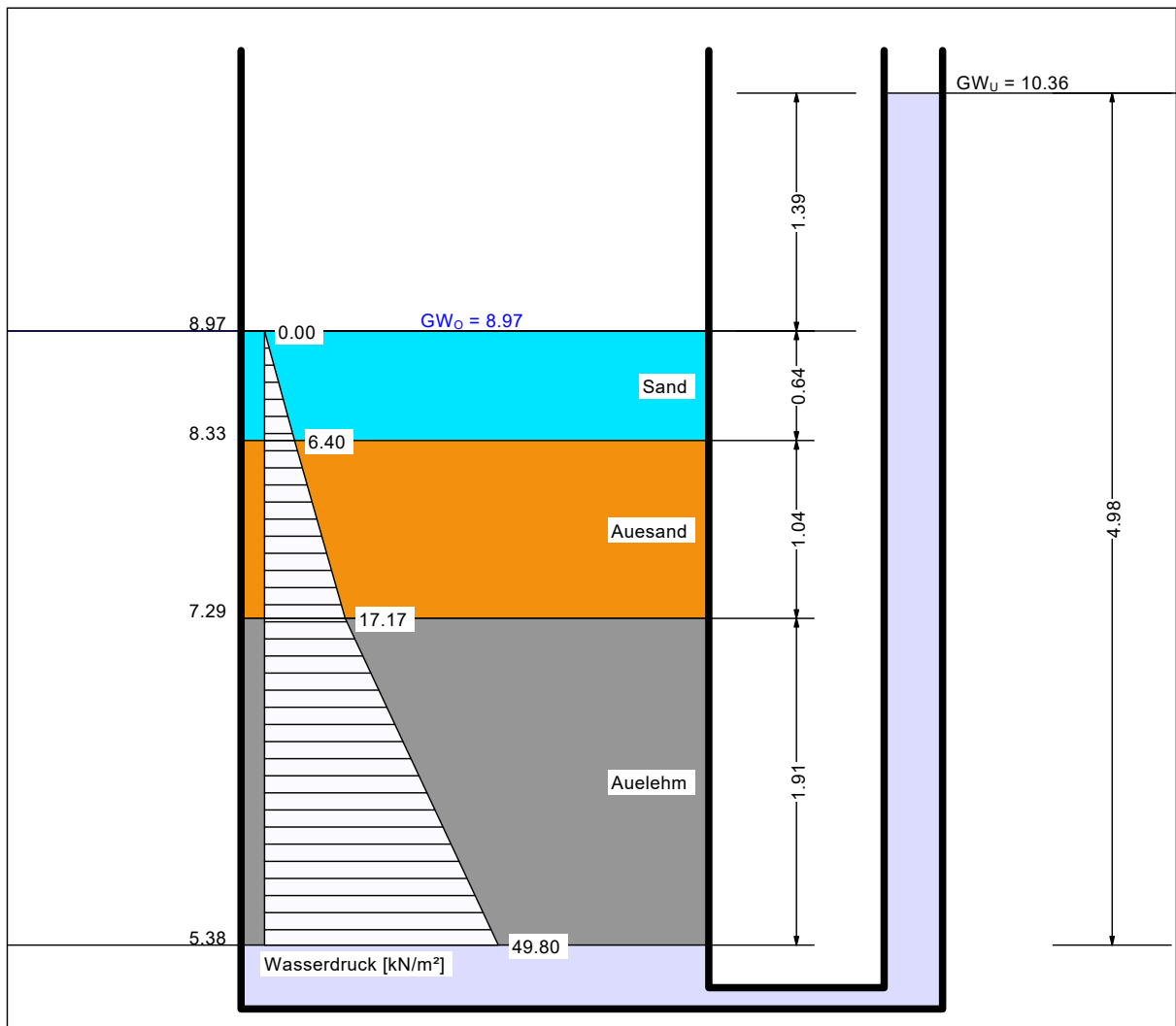
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.834$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 26.670 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 16.900 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 16.900 / (0.950 \cdot 26.670)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)

Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	15.00	5.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.838$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 62.570 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 49.800 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 49.800 / (0.950 \cdot 62.570)$

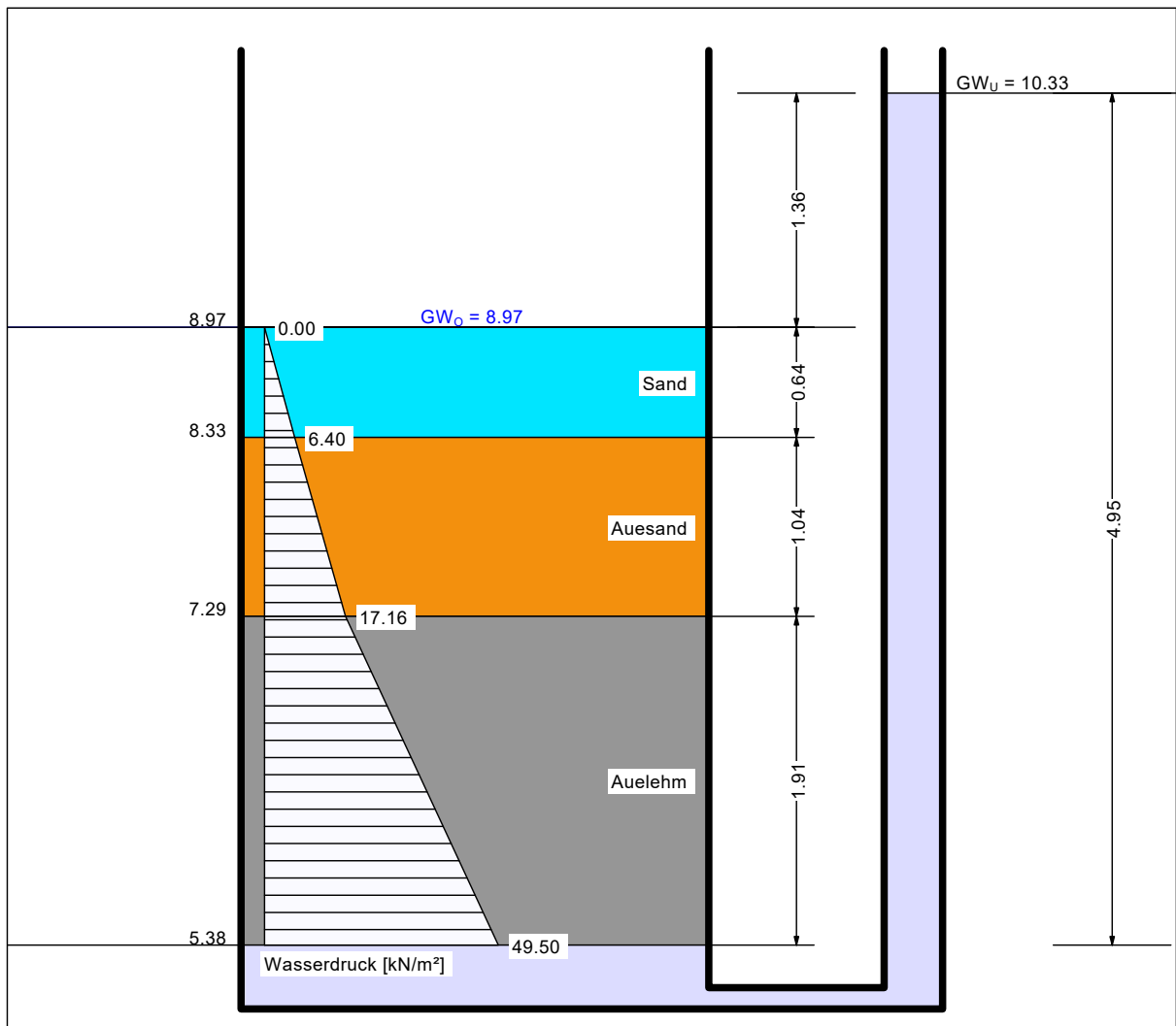
Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.686$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 26.670 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 13.900 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 13.900 / (0.950 \cdot 26.670)$

Nachweis der Auftriebs- und hydraulischen Grundbruchsicherheit Bemessungsprofil Achse XII (Hafendeich)

Bemessungssituation BS-A.2: Dränversagen; landseitiger Deichfuß

Norm: EC 7
Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stb} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.250$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	18.00	10.50	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Sand
	18.00	10.00	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Auesand
	15.00	5.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Auelehm



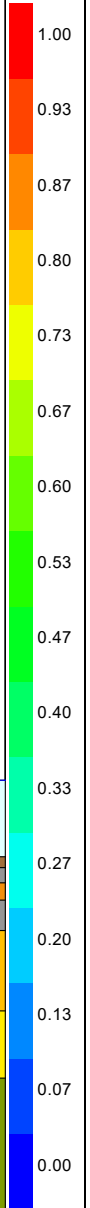
Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.833$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 62.570 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 49.500 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 49.500 / (0.950 \cdot 62.570)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad $\mu = 0.671$
bei = 5.380 mNHN
Gewicht = 26.670 kN/m²
 $\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 13.600 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.250
 $\mu = 1.250 \cdot 13.600 / (0.950 \cdot 26.670)$

ANLAGE 8 - BÖSCHUNGS- UND GRUNDBRUCHNACHWEISE IM UNDRÄNIERTEN ZUSTAND

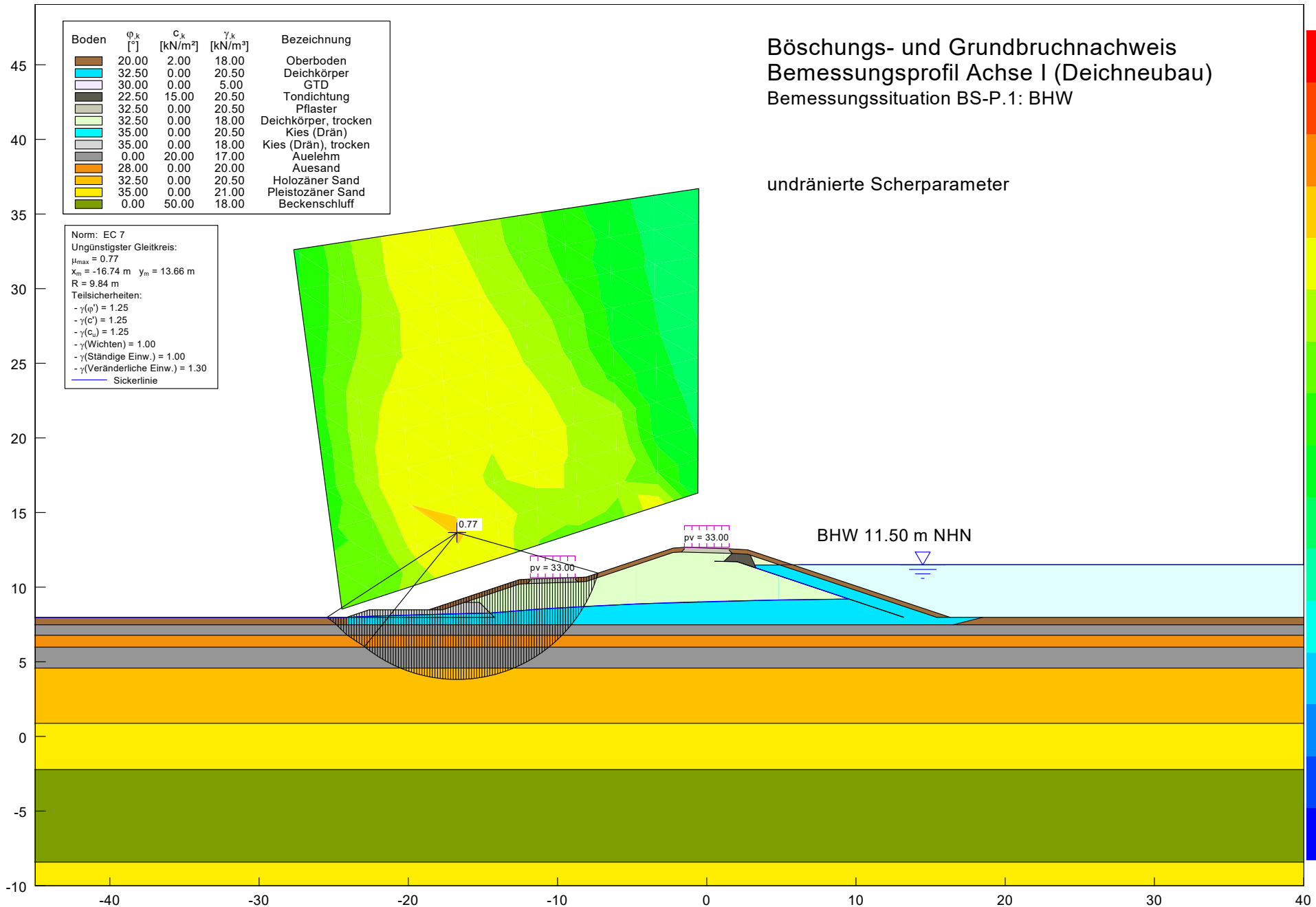
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

undrainingierte Scherparameter



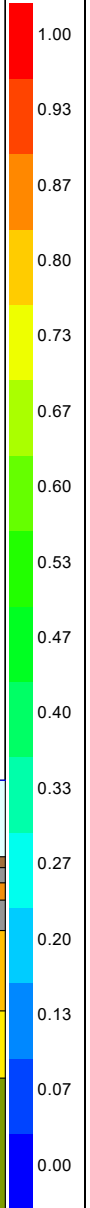
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	2.00	18.00	Oberboden
	32.50	0.00	20.50	Deichkörper
	30.00	0.00	5.00	GTD
	22.50	15.00	20.50	Tondichtung
	32.50	0.00	20.50	Pflaster
	32.50	0.00	18.00	Deichkörper, trocken
	35.00	0.00	20.50	Kies (Drän)
	35.00	0.00	18.00	Kies (Drän), trocken
	0.00	20.00	17.00	Auelehm
	28.00	0.00	20.00	Auesand
	32.50	0.00	20.50	Holozäner Sand
	35.00	0.00	21.00	Pleistozäner Sand
	0.00	50.00	18.00	Beckenschluff

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.77$
 $x_m = -16.74$ m $y_m = 13.66$ m
 $R = 9.84$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.25$
- $\gamma(c) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Sickerlinie



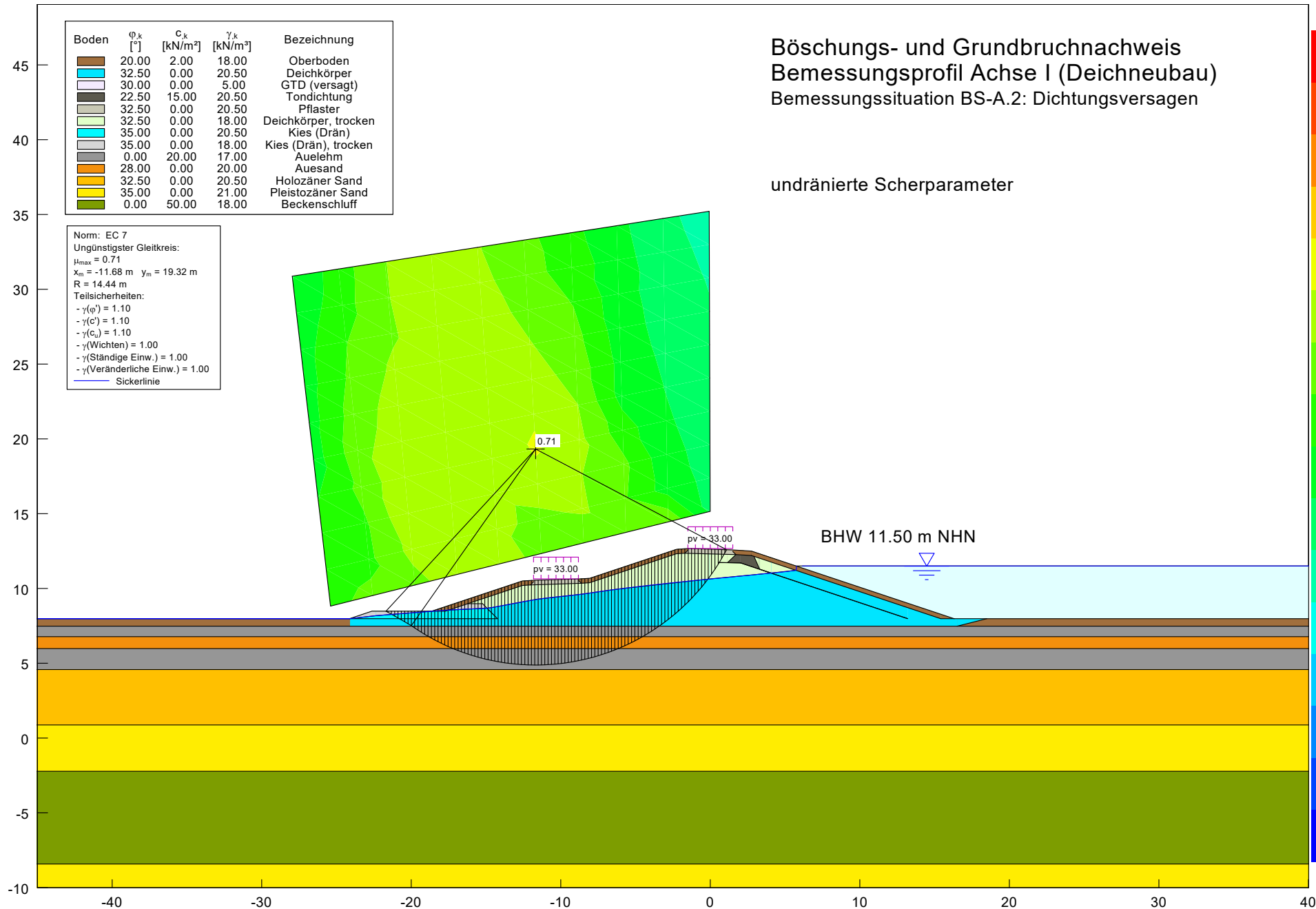
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse I (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

undrained Scherparameter



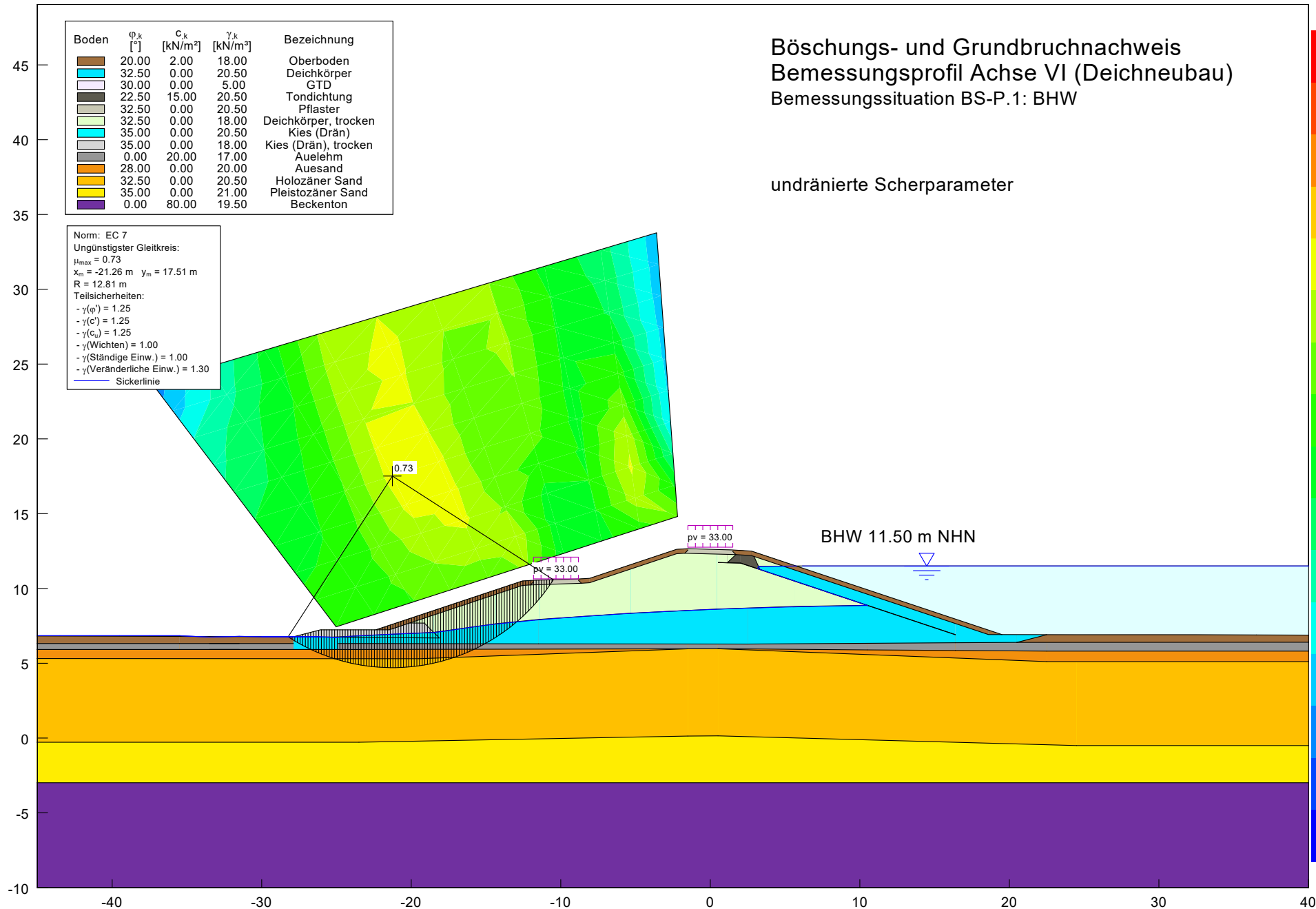
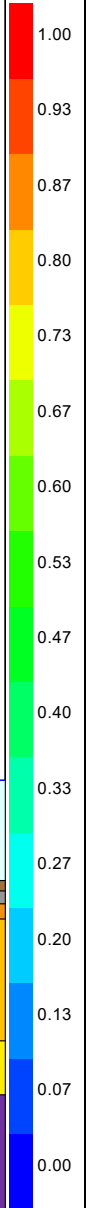
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Brown]	20.00	2.00	18.00	Oberboden
[Light Blue]	32.50	0.00	20.50	Deichkörper
[White]	30.00	0.00	5.00	GTD (versagt)
[Dark Grey]	22.50	15.00	20.50	Tondichtung
[Light Grey]	32.50	0.00	20.50	Pflaster
[Light Green]	32.50	0.00	18.00	Deichkörper, trocken
[Cyan]	35.00	0.00	20.50	Kies (Drän)
[Light Blue-Gray]	35.00	0.00	18.00	Kies (Drän), trocken
[Dark Grey]	0.00	20.00	17.00	Auelehm
[Orange]	28.00	0.00	20.00	Auesand
[Yellow-Orange]	32.50	0.00	20.50	Holozäner Sand
[Yellow]	35.00	0.00	21.00	Pleistozäner Sand
[Green]	0.00	50.00	18.00	Beckenschluff

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.71$
 $x_m = -11.68$ m $y_m = 19.32$ m
 $R = 14.44$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.10$
- $\gamma(c) = 1.10$
- $\gamma(c_s) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
- Sickerlinie



Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

undrained shear parameters



Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Brown]	20.00	2.00	18.00	Oberboden
[Light Blue]	32.50	0.00	20.50	Deichkörper
[White]	30.00	0.00	5.00	GTD
[Dark Grey]	22.50	15.00	20.50	Tondichtung
[Light Grey]	32.50	0.00	20.50	Pflaster
[Light Green]	32.50	0.00	18.00	Deichkörper, trocken
[Cyan]	35.00	0.00	20.50	Kies (Drän)
[Light Blue-Gray]	35.00	0.00	18.00	Kies (Drän), trocken
[Dark Grey]	0.00	20.00	17.00	Auelehm
[Orange]	28.00	0.00	20.00	Auesand
[Yellow-Orange]	32.50	0.00	20.50	Holozäner Sand
[Yellow]	35.00	0.00	21.00	Pleistozäner Sand
[Purple]	0.00	80.00	19.50	Beckenton

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.73$
 $x_m = -21.26$ m $y_m = 17.51$ m
 $R = 12.81$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi) = 1.25$
- $\gamma(c) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Sickerlinie

BHW 11.50 m NHN

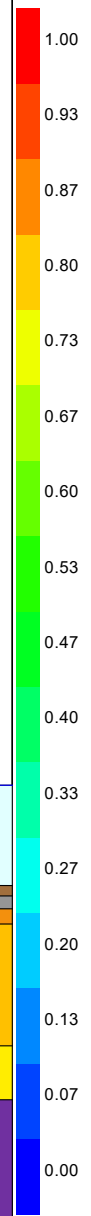
0.73

$p_v = 33.00$

$p_v = 33.00$

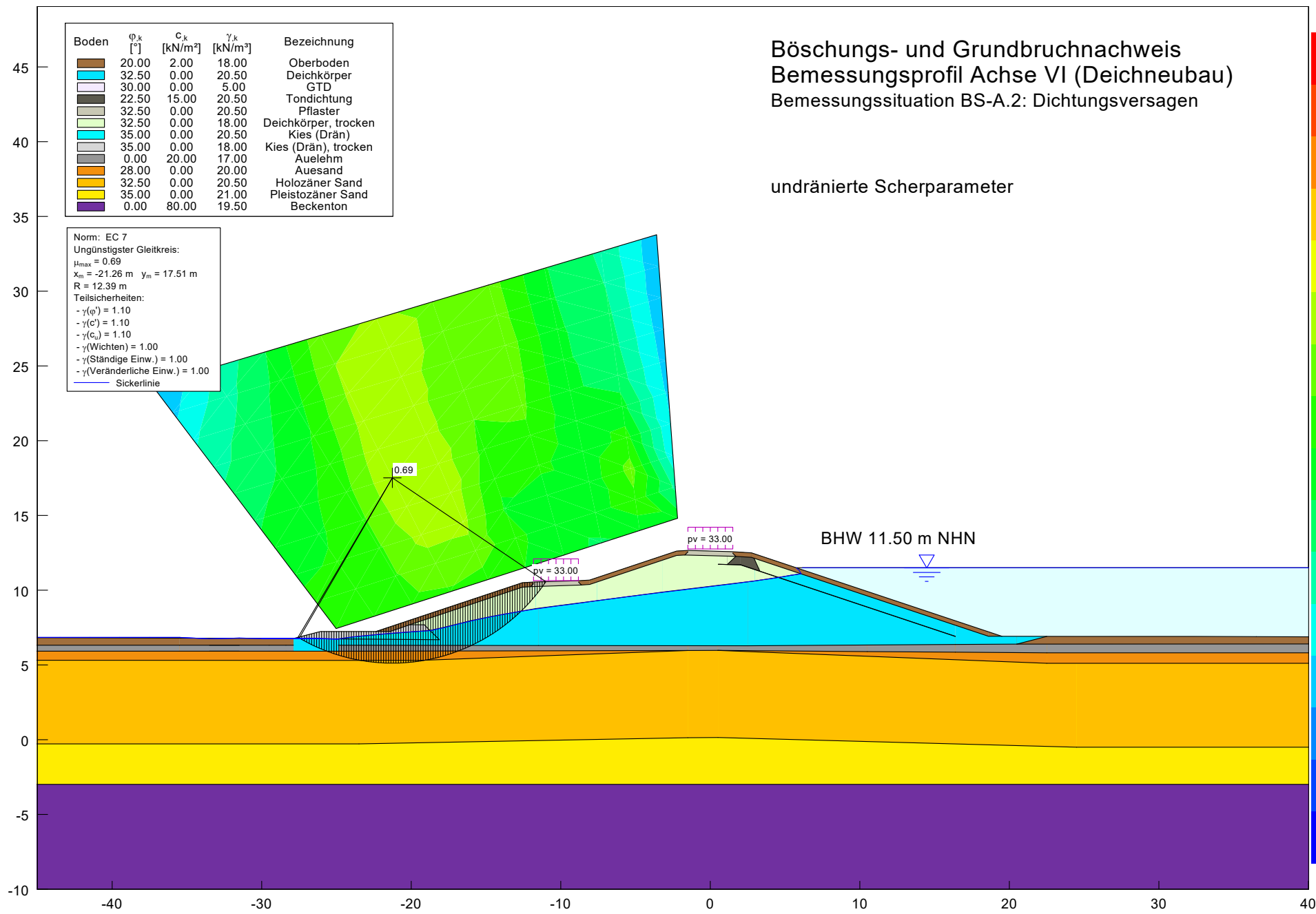
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse VI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

undrained Scherparameter



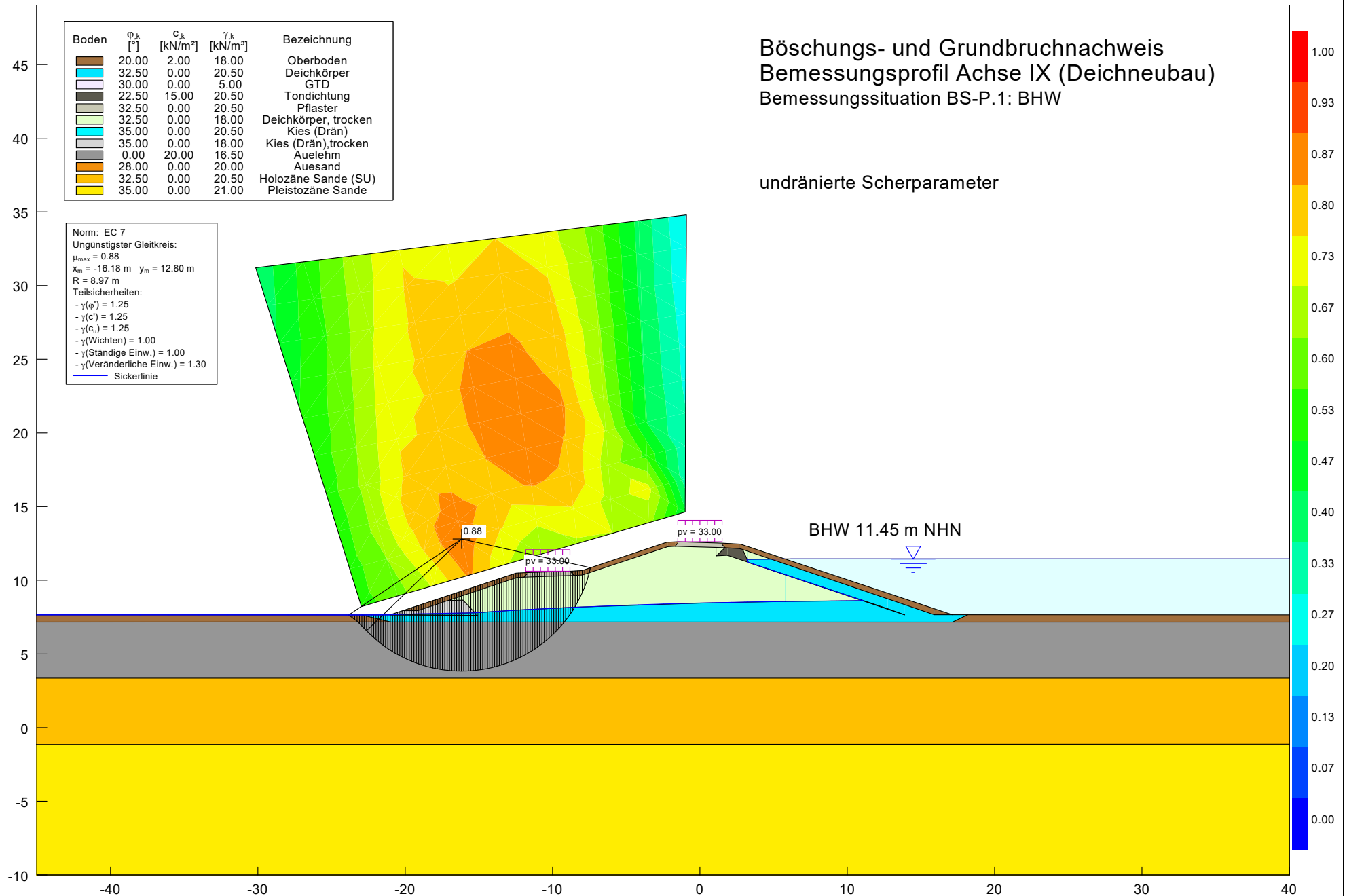
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	2.00	18.00	Oberboden
	32.50	0.00	20.50	Deichkörper
	30.00	0.00	5.00	GTD
	22.50	15.00	20.50	Tondichtung
	32.50	0.00	20.50	Pflaster
	32.50	0.00	18.00	Deichkörper, trocken
	35.00	0.00	20.50	Kies (Drän)
	35.00	0.00	18.00	Kies (Drän), trocken
	0.00	20.00	17.00	Auelehm
	28.00	0.00	20.00	Auesand
	32.50	0.00	20.50	Holozäner Sand
	35.00	0.00	21.00	Pleistozäner Sand
	0.00	80.00	19.50	Beckenton

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.69$
 $x_m = -21.26$ m $y_m = 17.51$ m
 $R = 12.39$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi) = 1.10$
- $\gamma(c) = 1.10$
- $\gamma(c_u) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
Sickerlinie



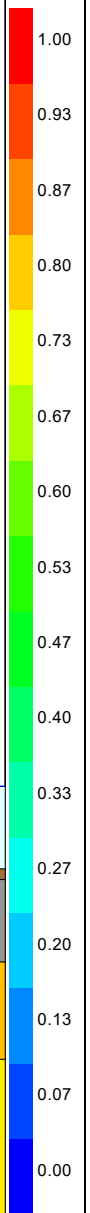
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

undrnierte Scherparameter



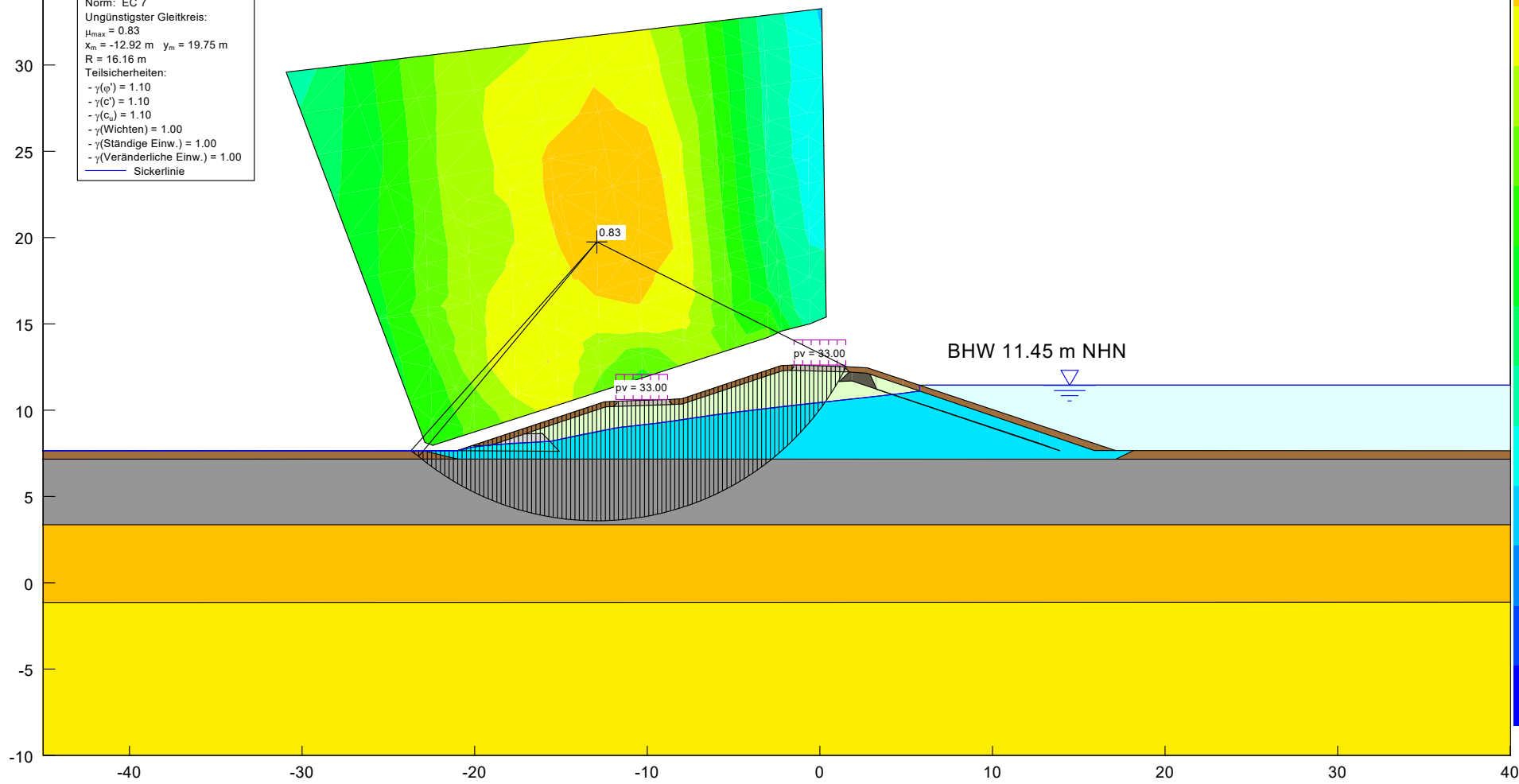
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse IX (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

undrainingierte Scherparameter



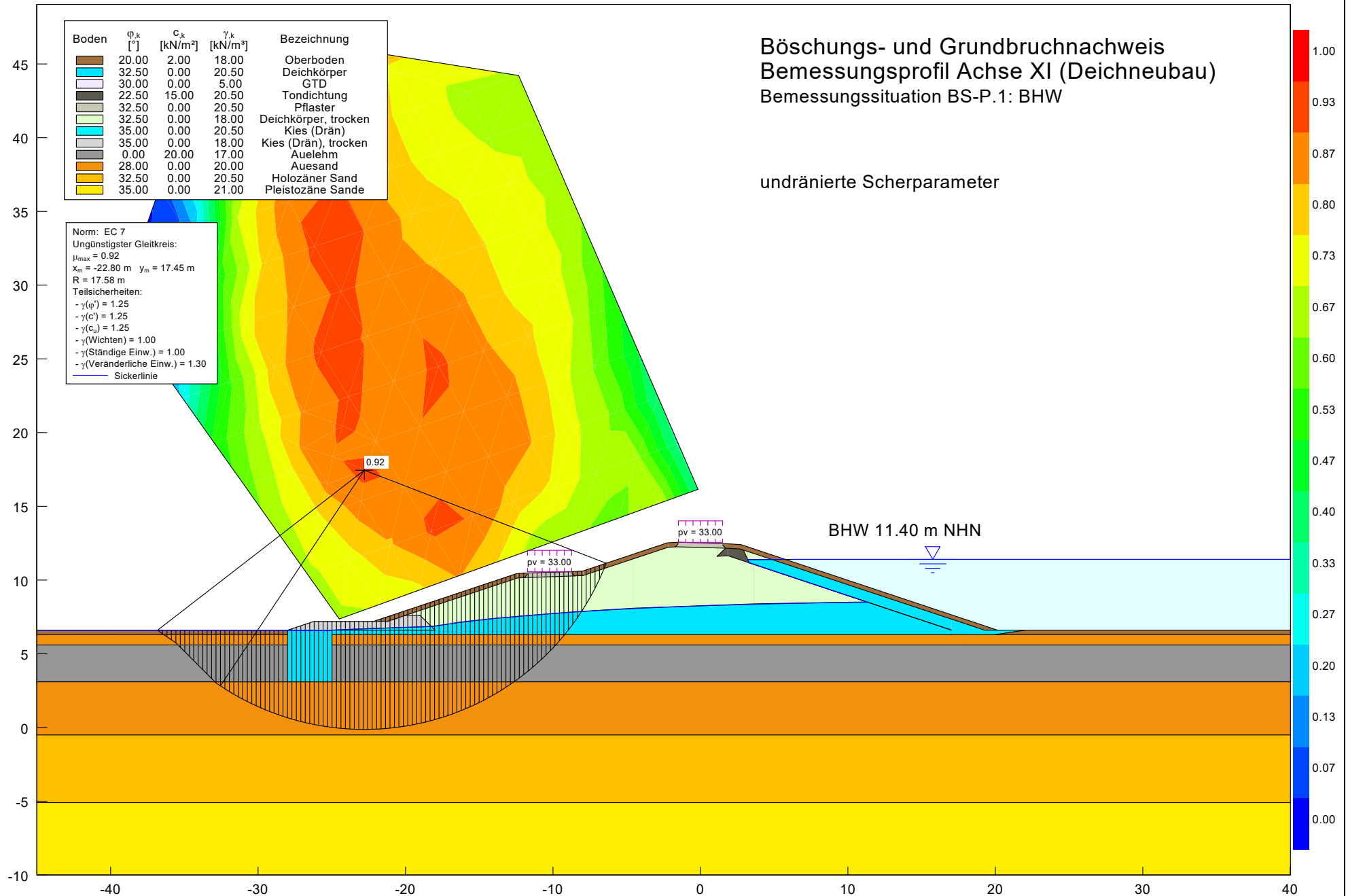
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Brown]	20.00	2.00	18.00	Oberboden
[Cyan]	32.50	0.00	20.50	Deichkörper
[White]	30.00	0.00	5.00	GTD
[Dark Grey]	22.50	15.00	20.50	Tondichtung
[Light Grey]	32.50	0.00	20.50	Pflaster
[Light Green]	32.50	0.00	18.00	Deichkörper, trocken
[Cyan]	35.00	0.00	20.50	Kies (Drän)
[Light Grey]	35.00	0.00	18.00	Kies (Drän), trocken
[Dark Grey]	0.00	20.00	16.50	Auelehm
[Orange]	28.00	0.00	20.00	Auesand
[Yellow-Orange]	32.50	0.00	20.50	Holozäne Sande
[Yellow]	35.00	0.00	21.00	Pleistozäne Sande

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.83$
 $x_m = -12.92$ m $y_m = 19.75$ m
 $R = 16.16$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.10$
- $\gamma(c) = 1.10$
- $\gamma(c_s) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
Sickerlinie



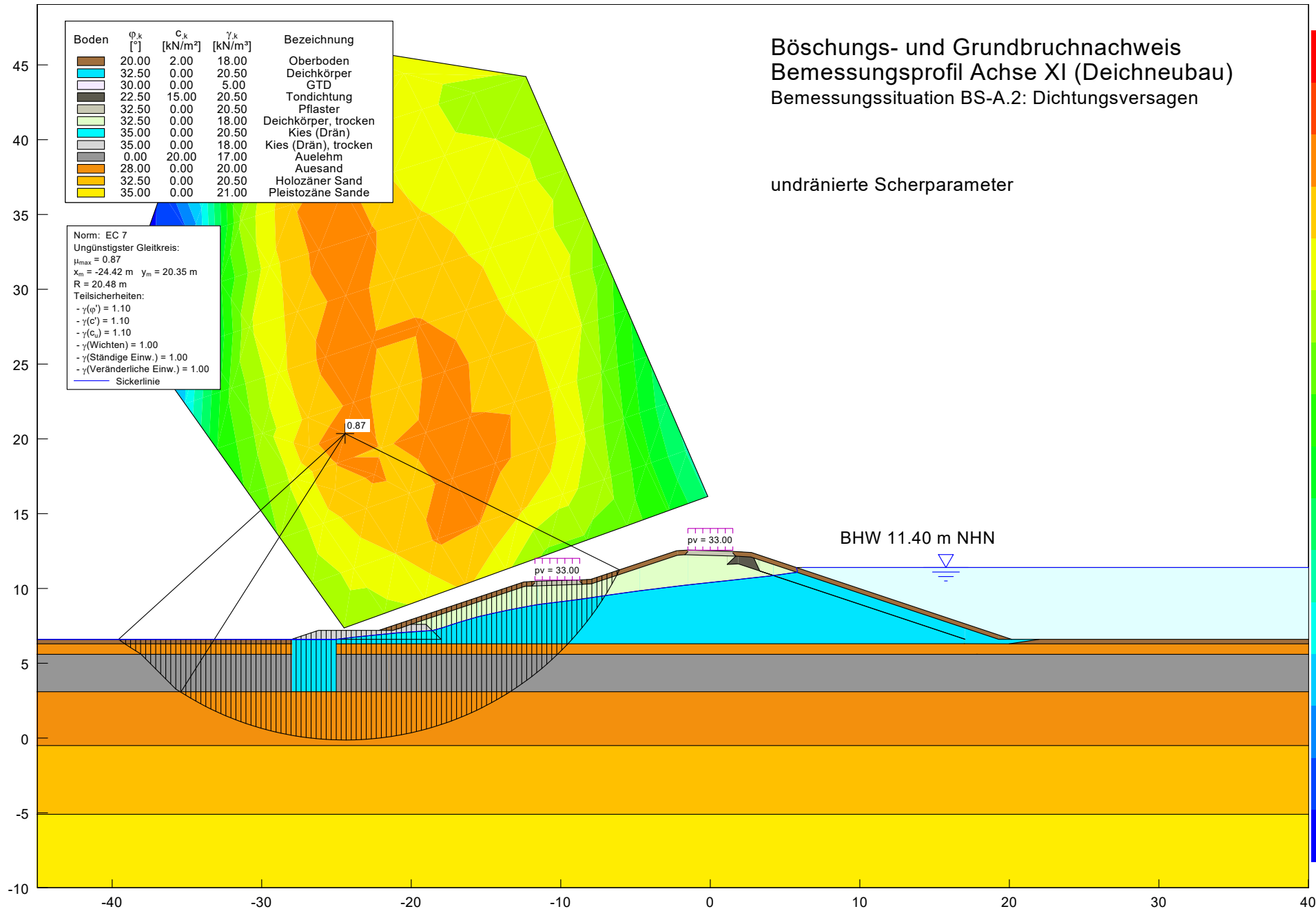
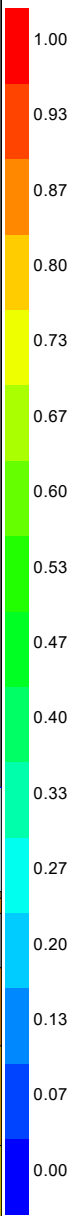
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-P.1: BHW

undrnierte Scherparameter



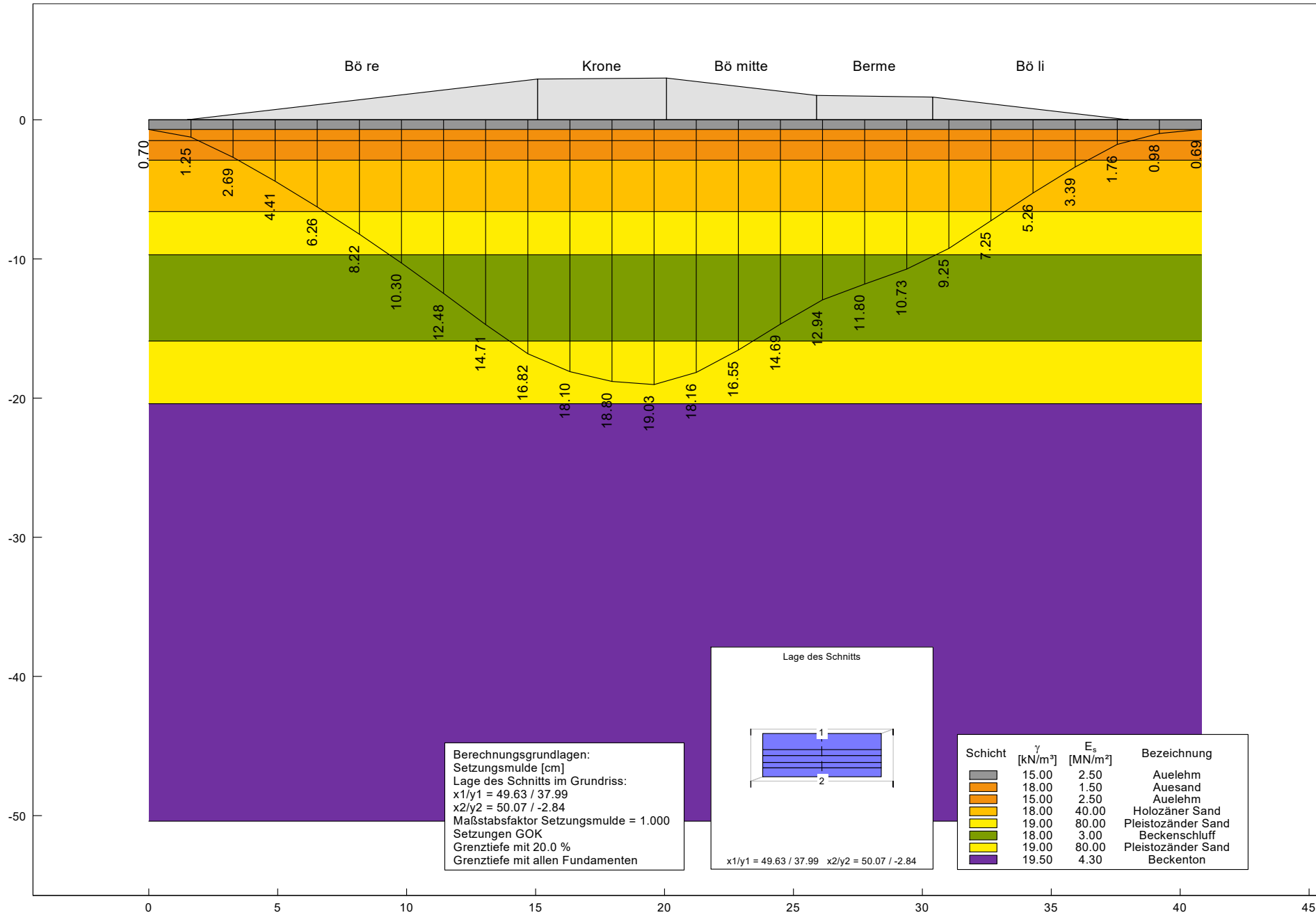
Böschungs- und Grundbruchnachweis
Bemessungsprofil Achse XI (Deichneubau)
Bemessungssituation BS-A.2: Dichtungsversagen

undrained Scherparameter

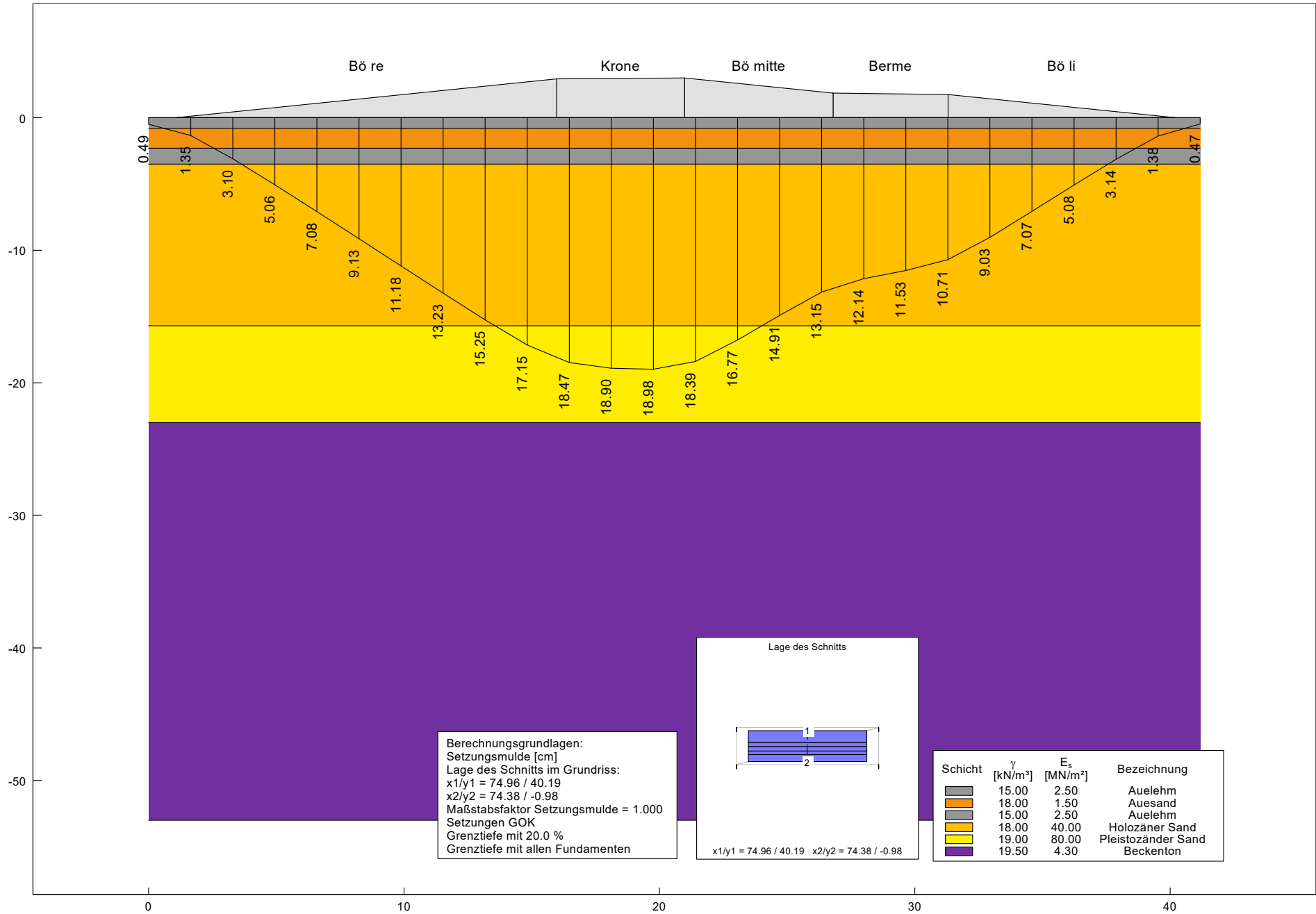


ANLAGE 9 - SETZUNGSBERECHNUNGEN

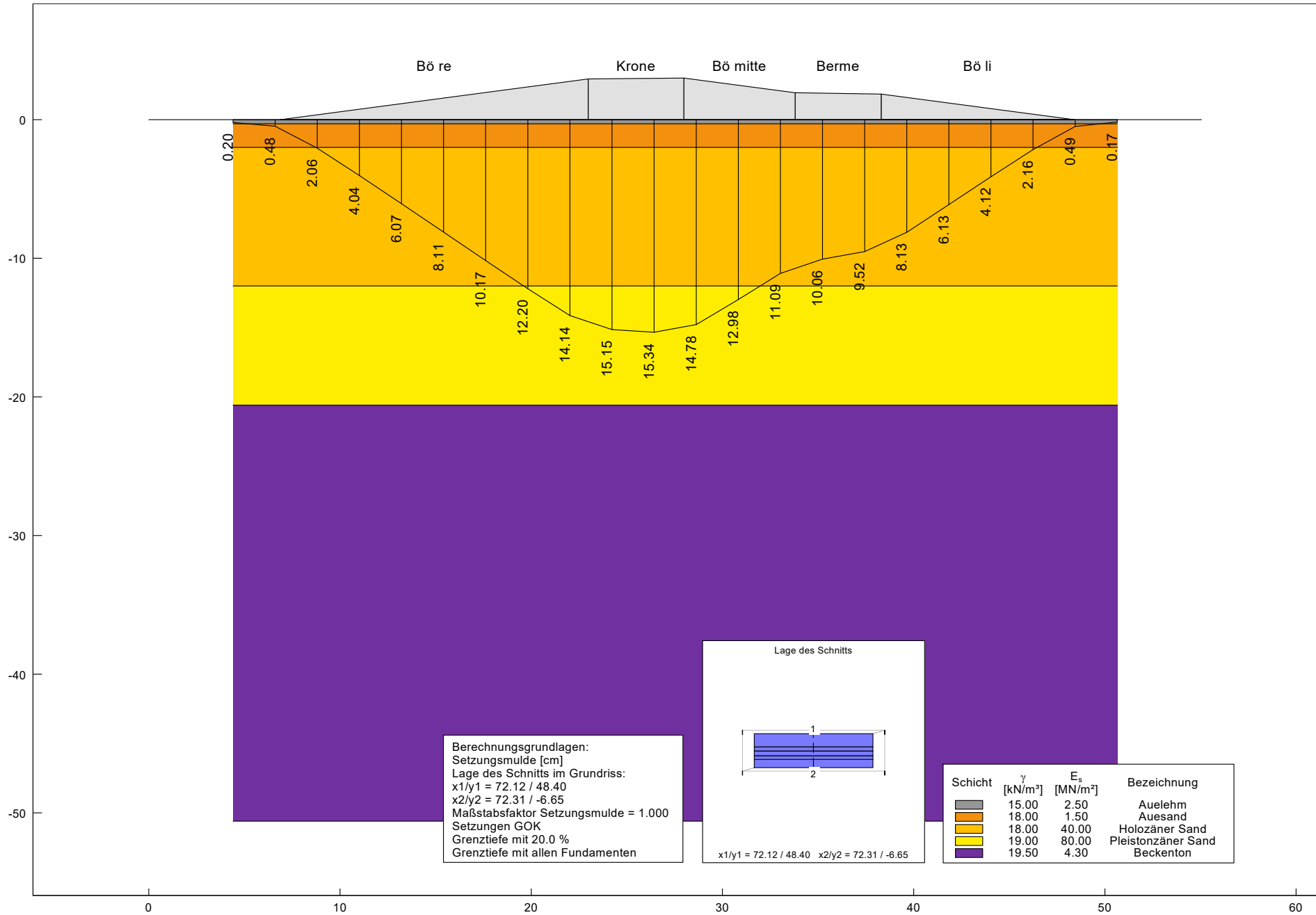
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse I



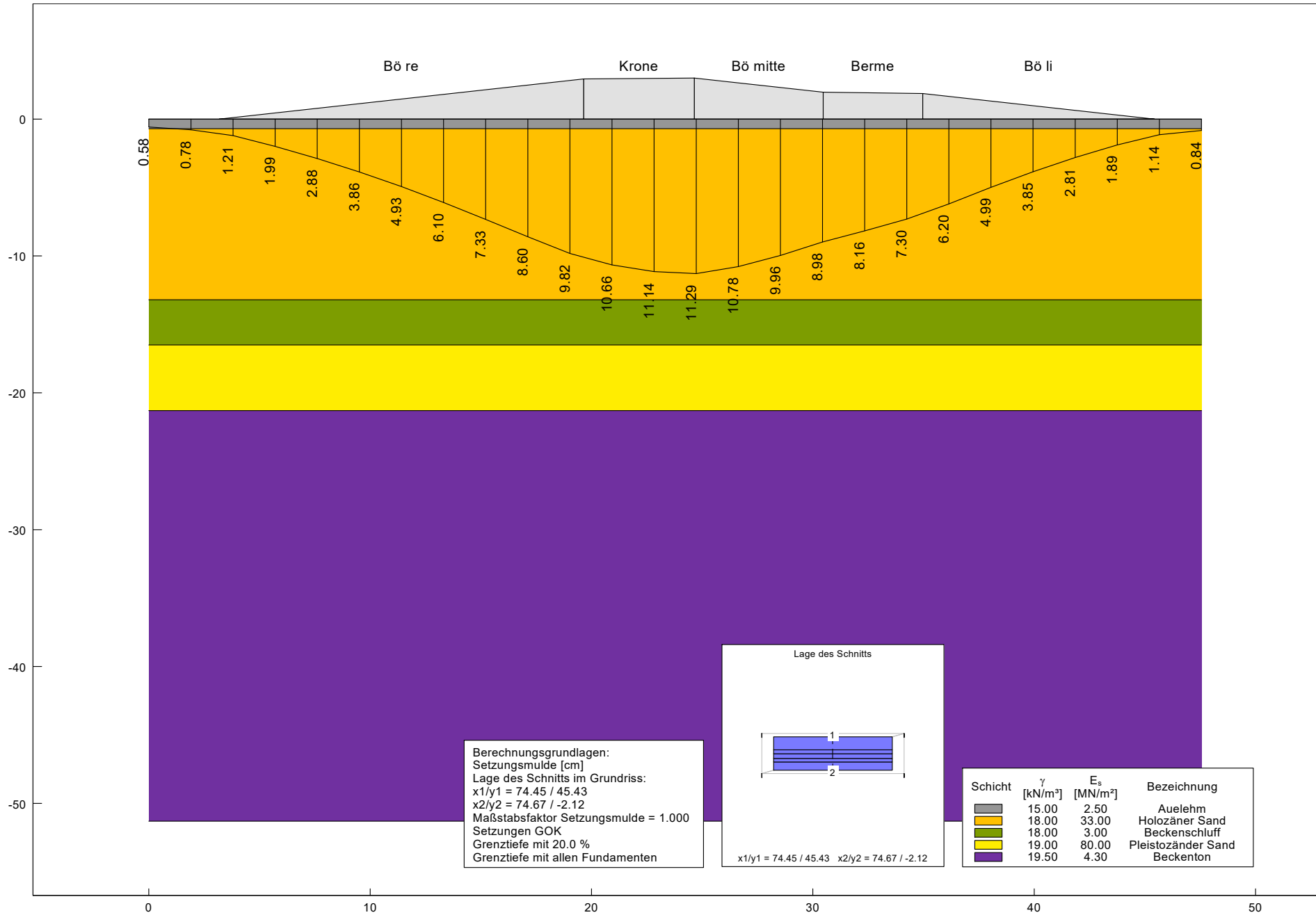
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse II



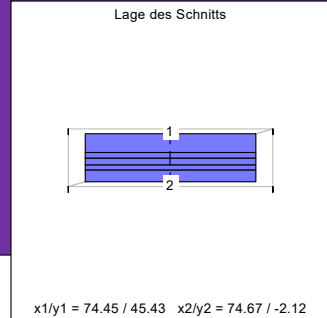
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse III



Primärsetzung Bemessungsprofil Achse IV

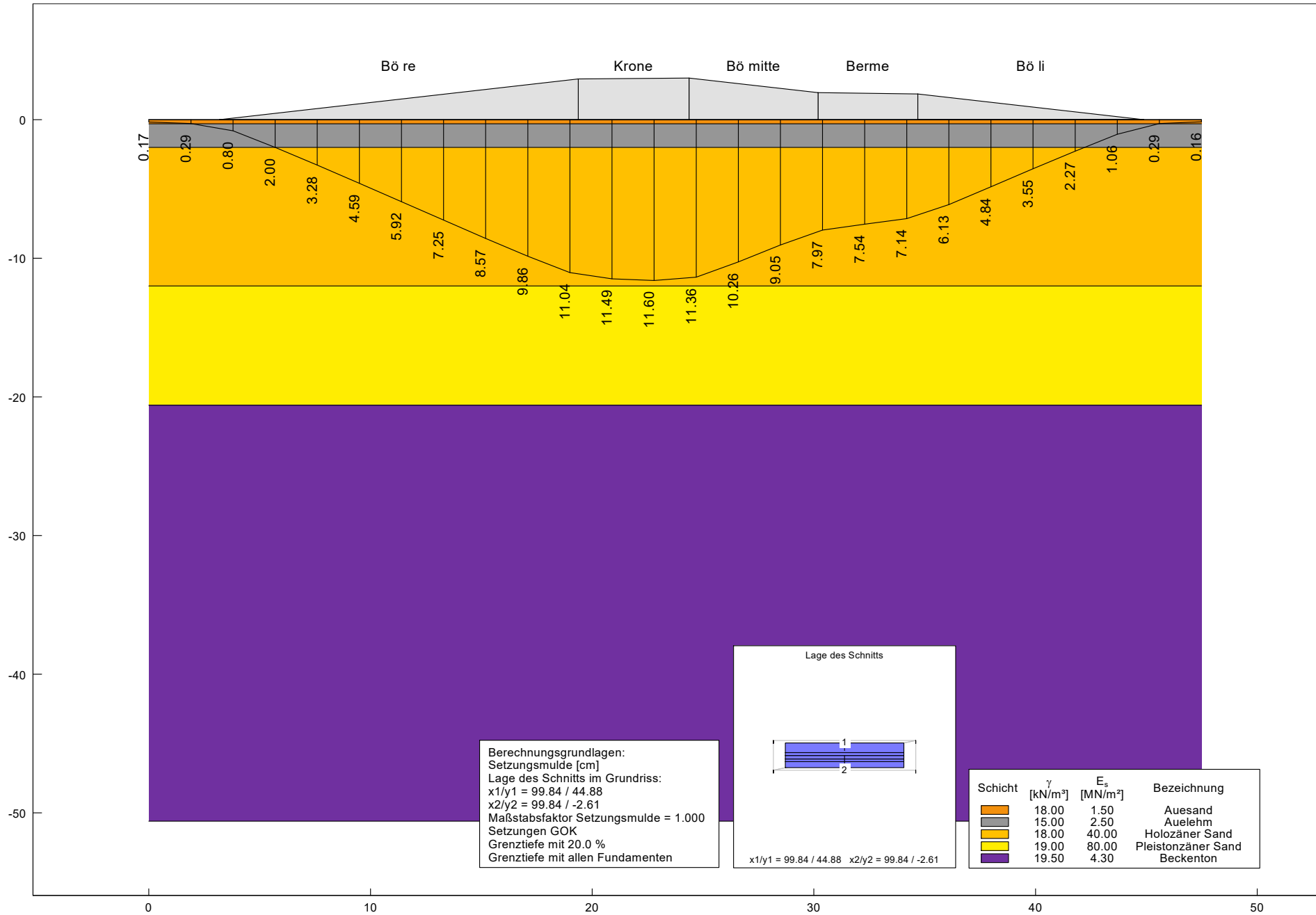


Berechnungsgrundlagen:
 Setzungsmulde [cm]
 Lage des Schnitts im Grundriss:
 x1/y1 = 74.45 / 45.43
 x2/y2 = 74.67 / -2.12
 Maßstabsfaktor Setzungsmulde = 1.000
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %
 Grenztiefe mit allen Fundamenten

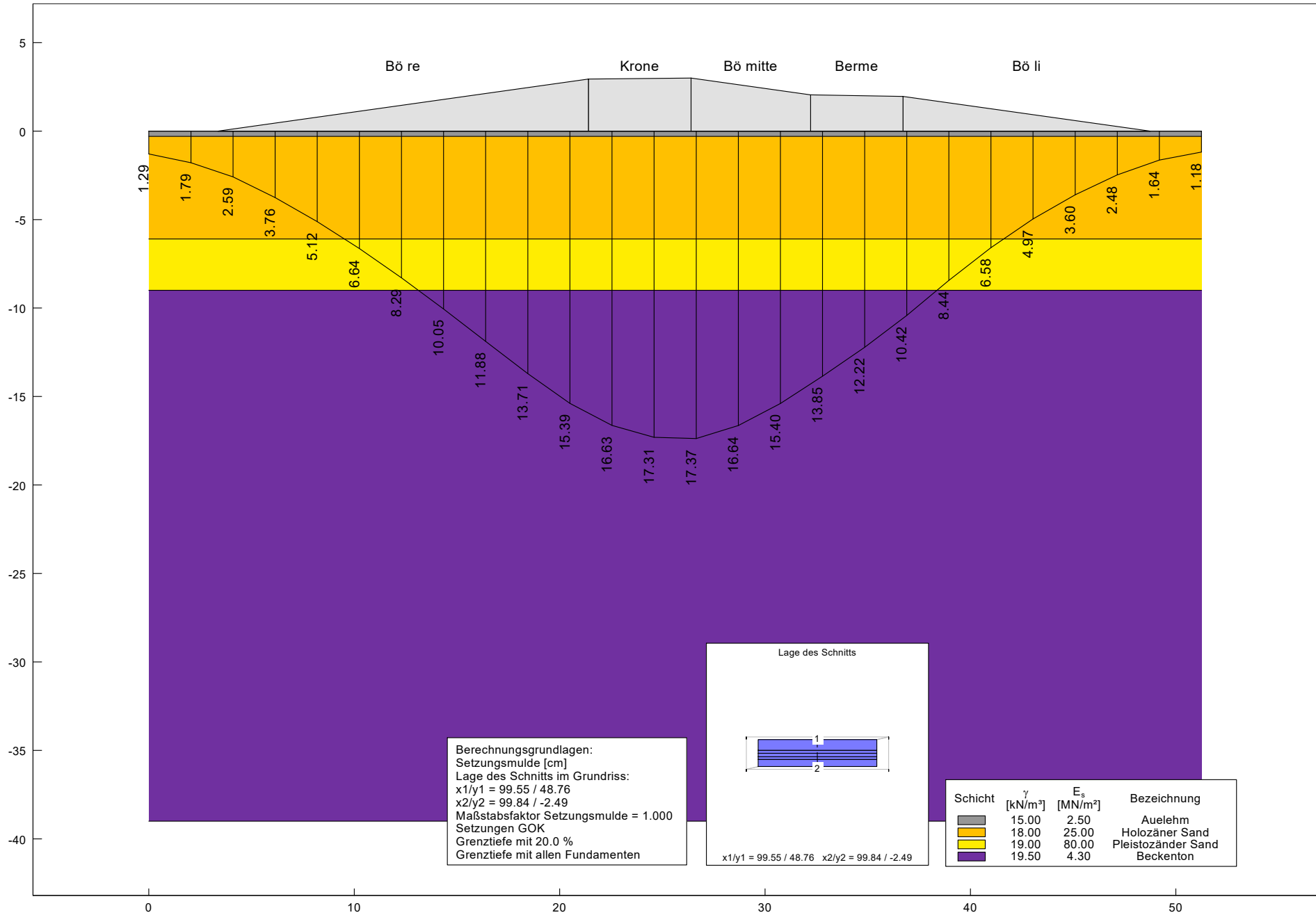


Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
Grey	15.00	2.50	Auelehm
Orange	18.00	33.00	Holozäner Sand
Green	18.00	3.00	Beckenschluff
Yellow	19.00	80.00	Pleistozäner Sand
Purple	19.50	4.30	Beckenton

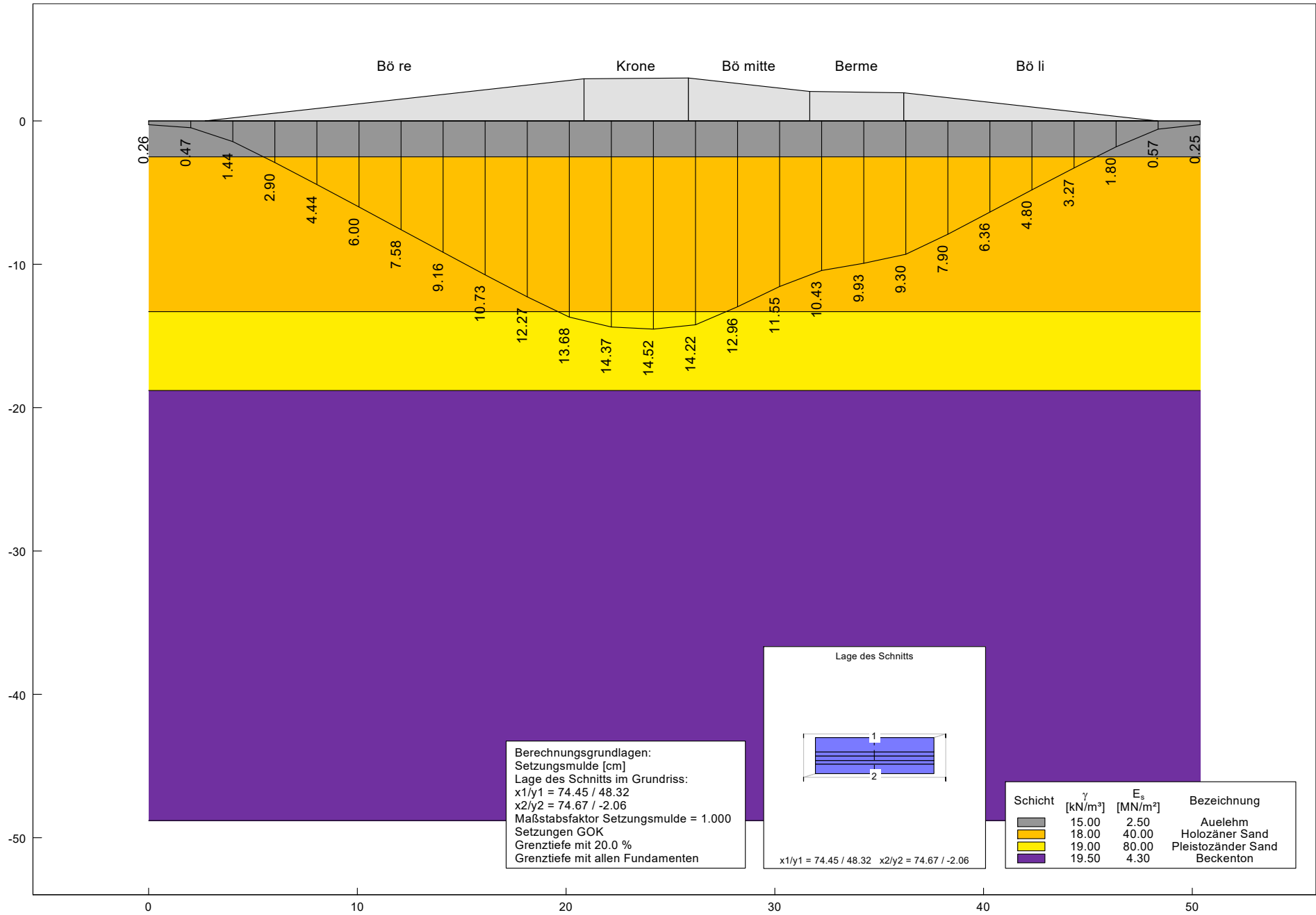
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse V



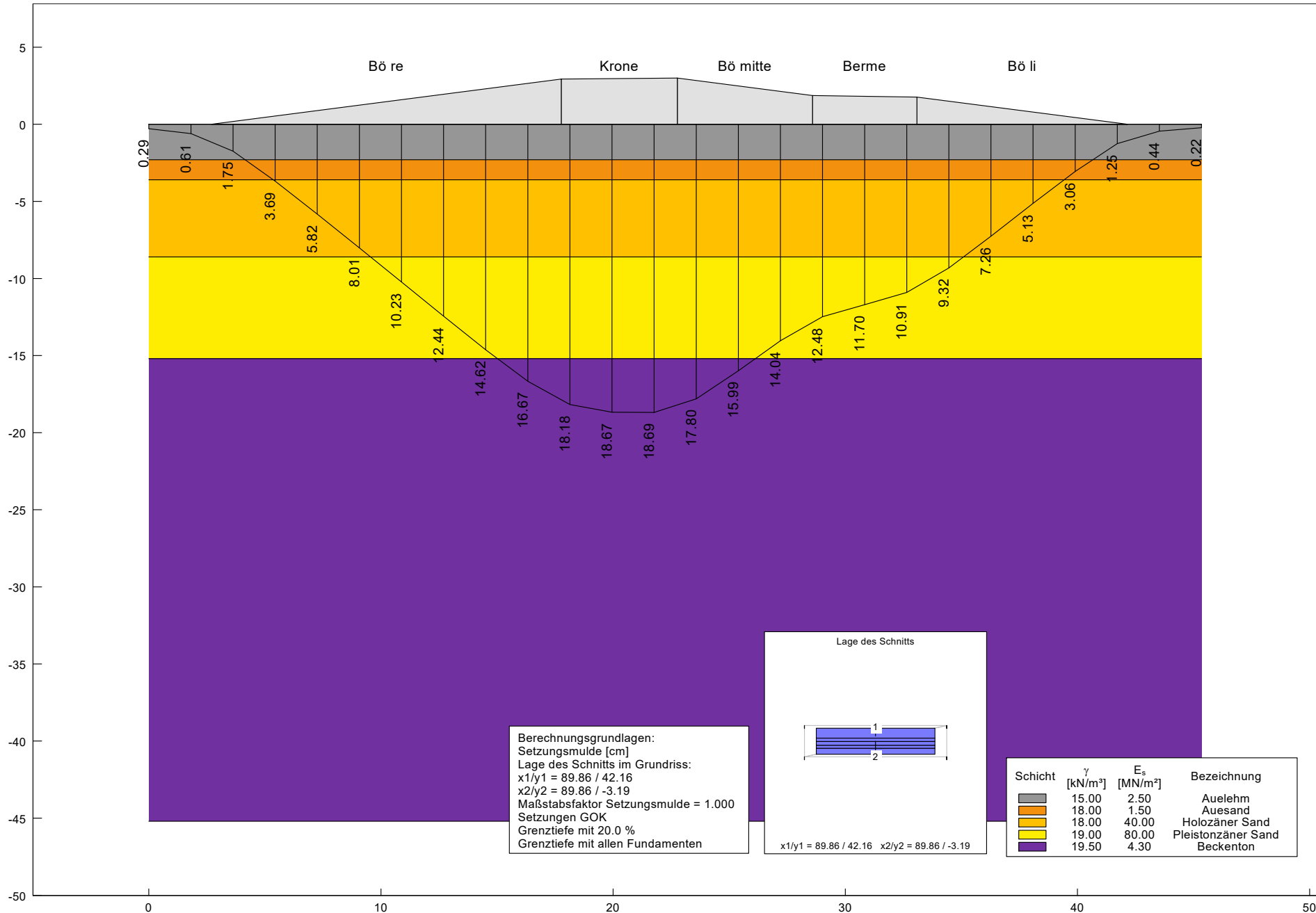
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse VI



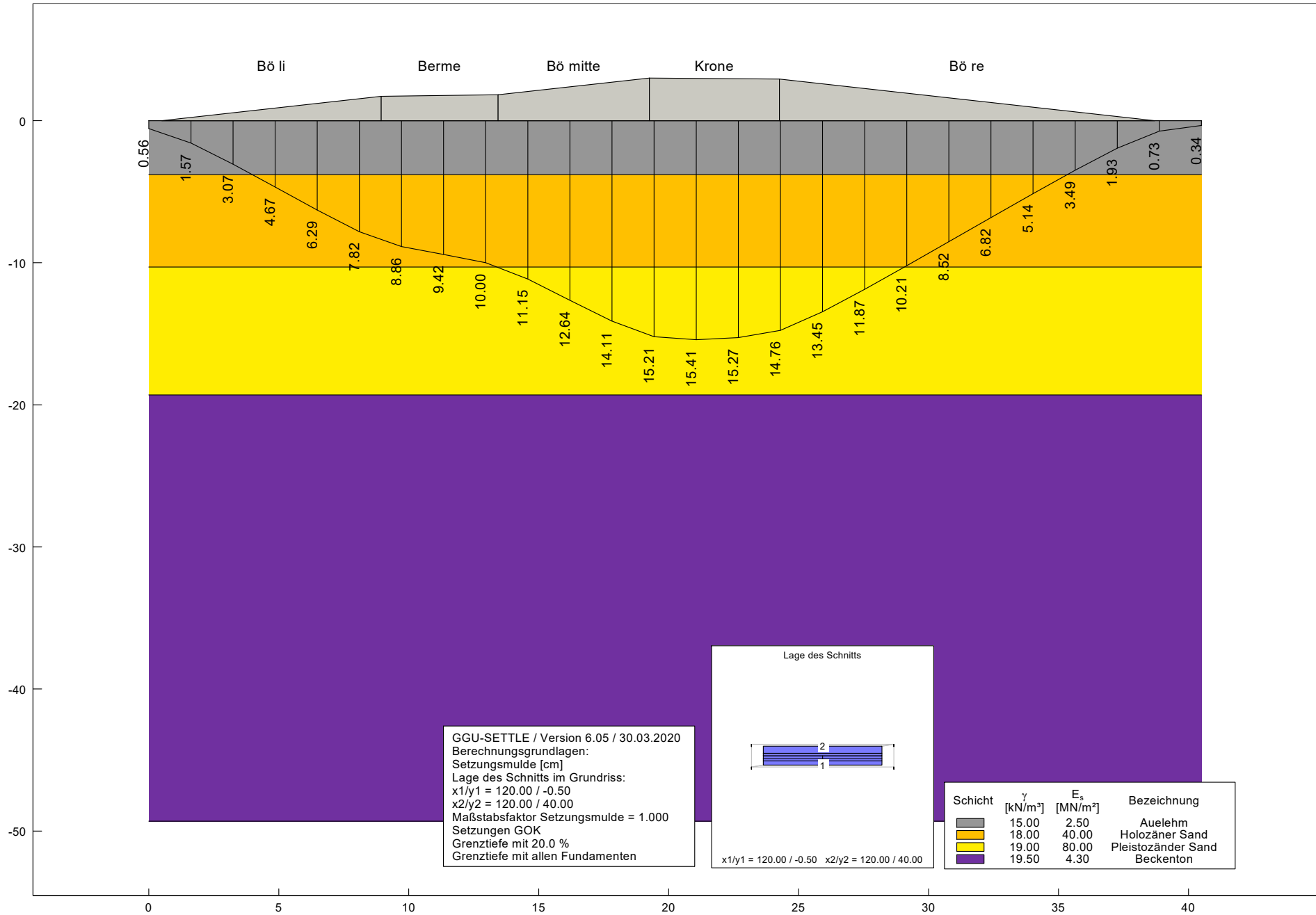
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse VII



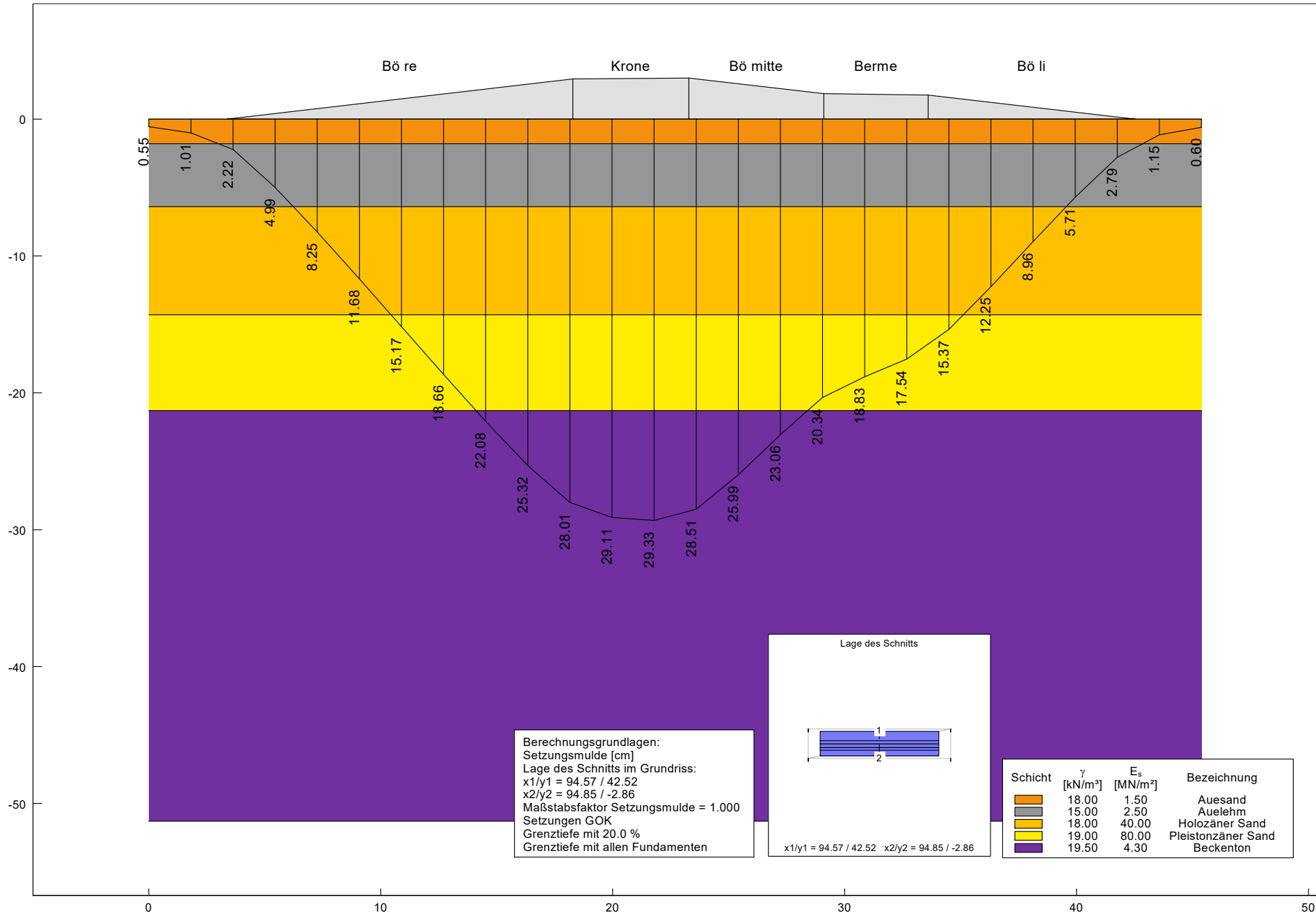
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse VIII



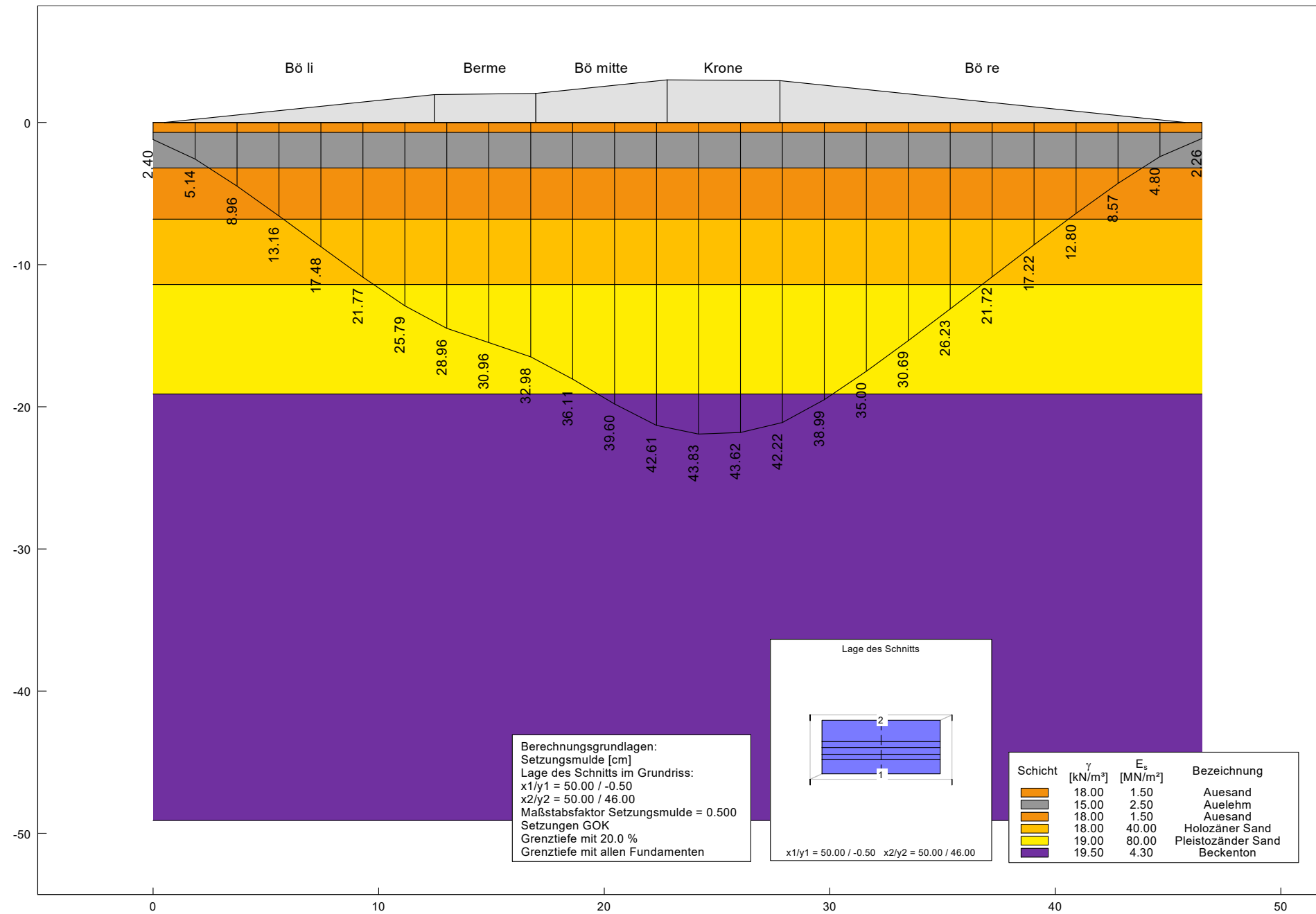
Primärsetzung Bemessungsprofil Achse IX



Primärsetzung Bemessungsprofil Achse X



Primärsetzung Bemessungsprofil Achse XI

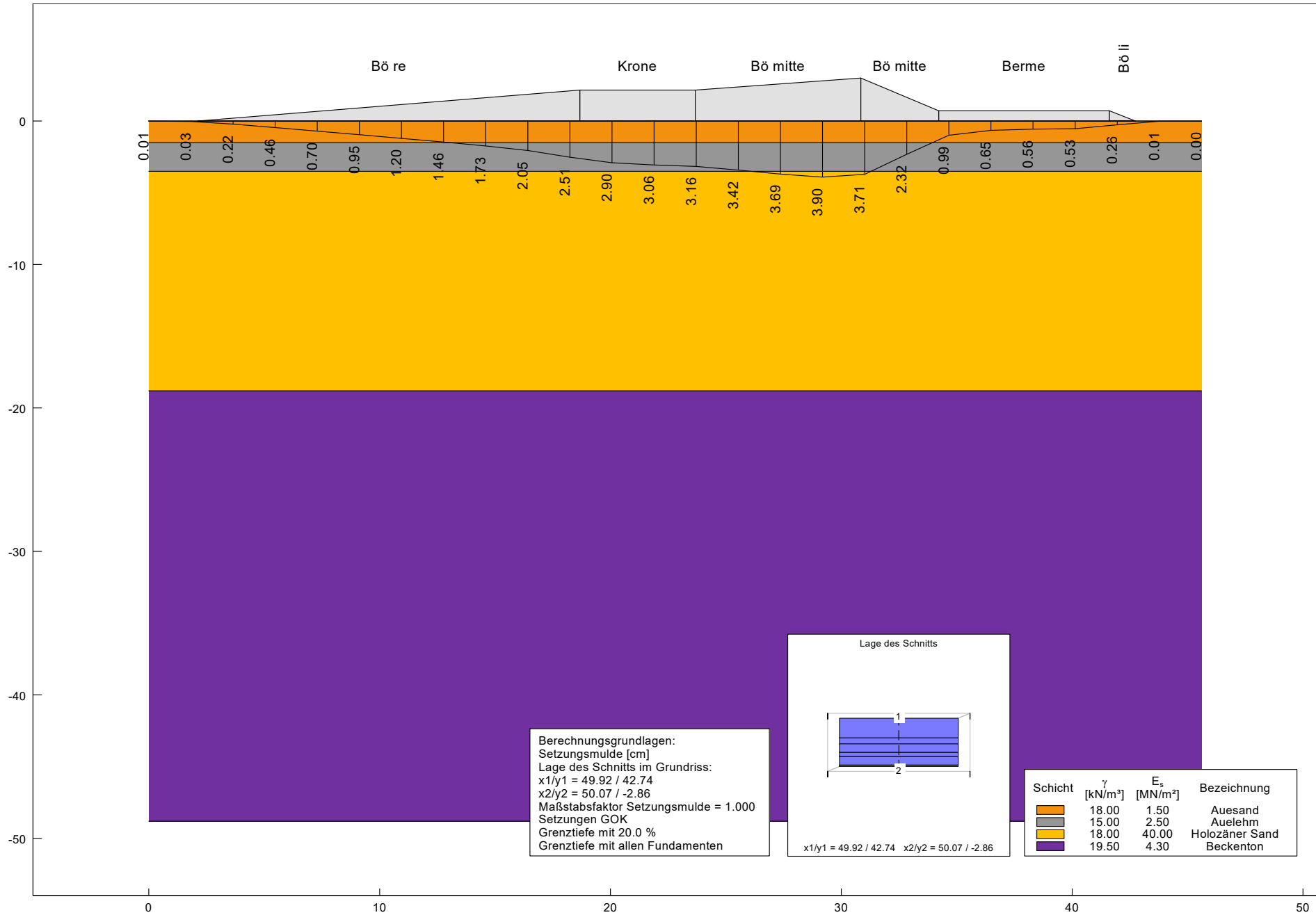


Primärsetzung Bemessungsprofil Achse XII

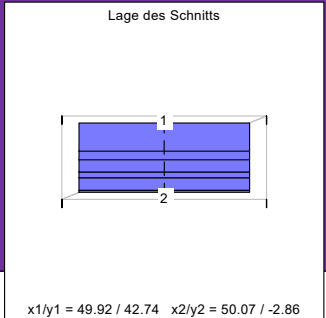


Hochwasserschutz Boizenburg
Hafendeich Boizenburg

Anlage 9.12



Berechnungsgrundlagen:
 Setzungsmulde [cm]
 Lage des Schnitts im Grundriss:
 x1/y1 = 49.92 / 42.74
 x2/y2 = 50.07 / -2.86
 Maßstabsfaktor Setzungsmulde = 1.000
 Setzungen GOK
 Grenztiefe mit 20.0 %
 Grenztiefe mit allen Fundamenten



Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
Orange	18.00	1.50	Auesand
Grey	15.00	2.50	Auelehm
Yellow	18.00	40.00	Holozäner Sand
Purple	19.50	4.30	Beckenton