

# **Geotechnischer Bericht**

## ***Dammverstärkung Eiderabdämmung***

**(TK 25: 1718, 1719)**

---

Dr. Delphine Croizé

---

**Bericht Nr.: 2016/02**

Flintbek, 04. November 2016

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Veranlassung</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Unterlagen</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Bauvorhaben</b> .....	<b>6</b>
3.1 Lage und Bestand .....	6
3.2 Aktuelle Planung .....	6
<b>4. Baugrund</b> .....	<b>7</b>
4.1 Baugrundaufschlüsse.....	7
4.2 Probenentnahmen .....	8
4.3 Generelle Baugrundverhältnisse .....	8
4.4 Lagerungsdichte .....	9
4.5 Undränierter Scherfestigkeit .....	10
4.6 Wasserverhältnisse .....	10
4.7 Ergebnisse Laboruntersuchungen.....	12
4.7.1 Sande des Dammkerns (SDK).....	13
4.7.2 Klei des Dammkerns (KDK) .....	14
4.7.3 Holozäne Weichschichten (HW).....	16
4.7.4 Wattsand (WS).....	18
4.8 Bodenkennwerte .....	20
4.9 Bemessungsprofile .....	21
<b>5. Stellungnahme</b> .....	<b>22</b>
5.1 Setzungsprognose .....	22
5.2 Standsicherheitsuntersuchungen .....	23

5.2.1	Grundlagen.....	23
5.2.2	Berechnungsansätze und Ergebnisse.....	24
5.3	Hinweise zur Bauausführung.....	26
5.3.1	Einbau von Füllsand und Deckwerk .....	26
5.3.2	Vorbelastung .....	26
5.3.3	Beobachtungsmethode .....	27
5.3.4	Wasserhaltung .....	27
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>28</b>

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

<b>Lageplan Ansatzpunkte Baugrundaufschlüsse .....</b>	<b>Anlage 1.1 bis 1.4</b>
<b>Längsprofile .....</b>	<b>Anlage 2.1 bis 2.11</b>
<b>Querschnitte .....</b>	<b>Anlage 2.12 bis 2.15</b>
<b>Übersicht Baugrundaufschlüsse .....</b>	<b>Anlage 3</b>
<b>Zusammenstellung der Laboruntersuchungen .....</b>	<b>Anlage 4</b>
<b>Grafische Darstellung der undränierter Scherfestigkeit.....</b>	<b>Anlage 5</b>
<b>Bemessungsprofile .....</b>	<b>Anlage 6.1 bis 6.4</b>
<b>Setzungsberechnungen .....</b>	<b>Anlage 7.1 bis 7.13</b>
<b>Böschungsbruchberechnung (BS-T).....</b>	<b>Anlage 8.1.1 bis 8.4.4</b>
<b>Böschungsbruchberechnung (BS-P).....</b>	<b>Anlage 9.1 bis 9.4</b>

## **1. Veranlassung**

Der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN) plant eine Ertüchtigung der Eiderabdämmung. Die Dammverstärkung betrifft eine ca. 4,6 km lange Dammstrecke (Küsten Stat. 152+226 bis 156+846). Die Eiderabdämmung wird durch das Eidersperrwerk unterbrochen. Der bestehende Eiderdamm wurde 1973 als Asphaltbamm neugebaut.

Das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) wurde vom LKN beauftragt einen geotechnischen Bericht für die geplante Dammverstärkung zu erstellen.

Mit dem vorliegenden Bericht werden zunächst die durchgeführten Baugrundaufschlüsse ausgewertet und darauf aufbauend werden die bei der weiteren Planung und Ausführung der Dammverstärkung aus geotechnischer Sicht zu beachtenden Gesichtspunkte erörtert.

## **2. Unterlagen**

Für die Erarbeitung dieser Stellungnahme wurden die nachfolgenden Unterlagen genutzt.

- |  |            |
|--|------------|
| /1/ Baugrunduntersuchung Eiderabdämmung<br>Bodenerkundung Deichtrasse<br>Stationierung der Bohrungen, Lageplan<br>Stand: Ausschreibung, Plan Nr.: 3, M 1:5.000<br>LKN-SH, Husum  | 02.2016    |
| /2/ Baugrunduntersuchung Eiderabdämmung<br>Bodenerkundung Deichtrasse<br>Übersichtplan<br>Stand: , Plan Nr.:2, M 1:25.000<br>LKN-SH, Husum   | 02.2016    |
| /3/ Verstärkung des Landesschutzdeiches Eiderabdämmung<br>Sachstandbericht<br>LKN-SH, Husum  | 26.08.2016 |
| /4/ Eiderabdämmung Dammverstärkung<br>Stat. 0-550 – Stat. 4+450<br>Stand Entwurf, M 1:100<br>LKN-SH, Husum<br>/4.1/ Profil Stat. 0-050<br>/4.2/ Profil Stat. 1+450<br>/4.3/ Profil Stat. 1+950<br>/4.4/ Profil Stat. 3+630 | 07.2016    |

- /4.5/ Profil Stat. 3+800
- /4.6/ Profil Stat. 3+970
- /4.7/ Profil Stat. 4+100
- /4.8/ Profil Stat. 4+200
- /4.9/ Profil Stat. 4+300
- /4.10/ Profil Stat. 4+400

- /5/ Schichtenverzeichnisse 06.2016 bis 08.2016  
und entnommene Bodenproben aus 17 Kleinrammbohrungen  
und 4 Trockenbohrungen  
GTC Ground-Testing-Consulting Nord GmbH & Co. KG, Hannover
- /6/ Ergebnisse von 29 Drucksondierungen 07.2016  
GTC Ground-Testing-Consulting Nord GmbH & Co. KG, Hannover

### **3. Bauvorhaben**

#### **3.1 Lage und Bestand**

Der Eiderdamm wurde 1973 angelegt und hat seitdem keine Ertüchtigung erfahren. Der Asphaltdeich soll nun über eine Länge von etwa 4,6 km ertüchtigt werden. Der gesamten Deichverstärkungsmaßnahme ist eine Bauwerkstationierung von Station 0+550 bis Station 4+550 hinterlegt (siehe /1/ und Lageplan Anlagen 1.1 bis 1.4).

Der dort vorhandene Altdamm hat gemäß Ansatzhöhe der Baugrundaufschlüsse (s. Anlage 3) eine Höhe von etwa NHN +8,0 m (Stat. 0+050) bis etwa. NHN +9,0 m (Stat. 0+700), im Mittel ca. NHN +8,6 m.

Die Binnen- und Außenböschungen sind mit einer Asphaltoberfläche befestigt. Zahlreiche klaffende Risse in der Asphaltoberfläche sind entlang der gesamten Bauwerkslänge zu verzeichnen. Diese Risse werden provisorisch jährlich abgedichtet. Am Fuß der Außenböschung ist das Deckwerk mit Schüttsteinen befestigt.

Die Binnenböschung weist eine Neigung von ca. 1:2,5 bis ca. 1:3 auf. Die Außenböschung weist eine Neigung von ca. 1:6 auf.

Der vorhandene Deich wird binnenseitig über die gesamte Länge von der Landesstraße L 305 flankiert. Die Landesstraße dient als Deichverteidigungsweg und liegt im Mittel bei ca. NHN +4,3 m (s. /4/).

Zwischen Stat. 2+950 und Stat. 3+600 wird der Eiderdamm durch das Eidersperrwerk unterbrochen.

#### **3.2 Aktuelle Planung**

Die aktuelle Planung der Deichverstärkung sieht eine unveränderte Deichtrasse vor. Bei der Binnenböschung soll die Asphaltoberfläche komplett erneuert werden, wobei

die aktuelle Binnenböschungsneigung von ca. 1:2,5 bis ca. 1:3 überwiegend erhalten bleiben soll. Bei Stat. 0-050 erhält allerdings die Binnenböschung eine steilere Neigung von 1:2 (s. /4.1/).

Die Dammkrone soll einheitlich auf einer Höhe von NHN +8,7 m gebildet und auf 5 m verbreitert werden. Die verbreiterte Dammkrone kann zukünftig auch als Ausbaureserve genutzt werden. Der Dammkronenweg wird von Keilfalzplatte begrenzt und erhält eine Asphaltdeckschicht.

Die Außenböschung soll abgeflacht und mit einer Neigung von ca. 1:10 ausgebildet werden. Das neue Deckwerk wird ca. 2,0 m bis 2,5 m höher an die neue, flachere Außenböschung angeschlossen und erhält eine Verklammerung der Wasserbausteine aus kolloidalem Mörtel. Zwischen Schüttsteindeckwerk und Unterbau ist ein Vlies vorgesehen.

Um dieses Dammprofil zu ermöglichen, wird die aktuelle Dammkrone südlich des Eidersperrwerks bis zu 0,3 m (Stat. 4+300) und nördlich des Eidersperrwerks bis zu 0,7 m (Stat. 0-050) mit Bodenmaterial erhöht. Der Bereich von Stat. 0+700 bis Stat. 2+450 hat schon die angestrebte Höhe.

Für die neue Gestaltung der Außenböschung werden maximal zwischen 1,7 m (Stat. 4+100) und 2,1 m (Stat. 0-050) Bodenmaterial im untersten Bereich der Außenböschung eingebracht.

Die genannten Höhen sind als Differenz zwischen Soll- und Ist-Höhe zu verstehen. Um die Setzungen auszugleichen und sicherzustellen, dass die Soll-Höhe erreicht wird, muss mit einer Überhöhung gerechnet werden.

Den Angaben gemäß wird die Dammverstärkung, außer der Oberflächenbefestigung, ausschließlich mit Sand ausgeführt. Die Oberflächenbefestigung der Binnenböschung sowie die Außenböschung soll mit Asphalt-Mastix ausgeführt werden.

Der Damm wird zwischen Stat. 2+950 und Stat. 3+600 vom Eidersperrwerk unterbrochen. Den Angaben gemäß sollen von Stat. 3+350 bis Stat. 3+550 nur minimale Änderungen im Dammkörper vorgenommen werden. Für diesen Abschnitt stehen dem LLUR keine Querprofile zur Verfügung.

## **4. Baugrund**

### **4.1 Baugrundaufschlüsse**

Im Zuge der Aufschlusskampagne von 20.06.2016 bis zum 30.08.2016 wurden im gesamten Baufeld insgesamt siebzehn Kleinrammbohrungen und vier Bohrungen gemäß DIN EN ISO 22475-1 sowie neunundzwanzig Drucksondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-1 von der GTC Nord GmbH & Co. KG, Hannover zur Erkundung der Baugrundverhältnisse abgeteuft.

Da keine nennenswerte Änderung der Binnenböschung vorgesehen ist, wurden ausschließlich die Dammkrone und die Außenböschung untersucht. Bei der Verteilung der Kleinrammbohrungen und der Drucksondierungen wurden die vorhandenen Archivbohrungen berücksichtigt. Die Baugrundaufschlüsse wurden so verteilt, dass ca. alle 250 m der Damm und der Baugrund untersucht worden sind.

Die Lage der Aufschlussansatzpunkte ist auf dem Übersichtslageplan (Anlage 1.1 bis 1.4) dargestellt. Die Bezeichnung sowie die Bohr- und die Sondiertiefen der Aufschlüsse sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Aus allen Bohrungen wurden bei jedem Schichtwechsel bzw. bei größeren Schichtstärken auch mehrfach innerhalb einer Schicht mit einem Verfahren der Güteklasse 4 bis 5 gemäß DIN EN ISO 22475-1 Proben entnommen. Zusätzlich zu den Becherproben wurden aus bindigen und/oder organischen Böden in kennzeichnenden Schichten gekernte Proben (PVC-Liner) der Güteklasse 2 bis 3 entnommen.

Die entnommenen Bodenproben wurden im Labor der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover angesprochen und bodenmechanisch untersucht.

Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen der Bohrunternehmer und den bodenmechanischen Untersuchungen sind die Ergebnisse als Bohrprofile höhengerecht nebeneinander in den Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt.

Die Ergebnisse der Drucksondierungen wurden als Diagramm in den Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt.

## **4.2 Probenentnahmen**

Insgesamt wurden aus den Aufschlüssen vom Bohrunternehmer folgenden Proben entnommen:

- 38 m gekernte Proben der Güteklasse 2 bis 3,
- 252 Stück Becherproben der Güteklasse 4 bis 5.

## **4.3 Generelle Baugrundverhältnisse**

Im Untersuchungsgebiet wurden unterhalb des Dammkörpers überwiegend holozäne Marschablagerungen (Wechselagerung aus Klei und Wattsand) erkundet. Diese Marschablagerungen werden in größeren Tiefen (ab NHN -26 m) von pleistozänen Sanden unterlagert.

Der Dammkörper besteht überwiegend aus mittelsandigen Feinsanden. Von Stat. 0-550 bis Stat. 0+100 wurde allerdings auch Klei im Dammkern erkundet

Auf Basis der Höhenlage, der Bodenprofile und der bodenmechanischen Versuchsergebnisse wurden die erkundeten Böden in Homogenbereiche eingeteilt. Die Genauigkeit des Baugrundmodells ist auf der Grundlage der vorhandenen Aufschlussdichte zu

bewerten. Bereichsweise kann das entwickelte Modell daher von den tatsächlich angetroffenen Bodenarten abweichen.

Es ist weiterhin zu beachten, dass die Homogenbereiche in dem Baugrundmodell eine Vereinfachung der Baugrundsichtung darstellen. In einzelnen Homogenbereichen wurden mehrere unterschiedliche Böden vereint, da eine Trennung der Böden in einzelne Homogenbereiche aufgrund der teilweise geringmächtigen Wechsellagerung (z.B. Klei-Sand Wechsellagerung) nur schwer bzw. nicht möglich ist. In den Homogenbereichen wurden jeweils Böden zusammengefasst, die vergleichbare Eigenschaften aufweisen und deren Eigenschaften sich jeweils deutlich von den angrenzenden Bereichen unterscheiden. Dennoch ist innerhalb einzelner Homogenbereiche mit Inhomogenität zu rechnen, die sich aufgrund der Abstände zwischen den einzelnen Aufschlüssen sowie Ungleichmäßigkeiten nicht vermeiden lassen.

Es werden die folgenden Homogenbereiche unterhalb der Asphaltbefestigung unterschieden, wobei auf die in Anlage 6 zusammengestellten Querschnittdarstellungen des Dammes verwiesen wird:

**Sande des Dammkerns (SDK):** überwiegend aufgefüllter gemischtkörniger Sand, mit zum Teil Anteilen an Kies. Der Sand besitzt mit dem einzubauenden Füllsand vergleichbare Eigenschaften.

**Klei des Dammkerns (KDK):** aufgefüllter Klei.

**Holozäne organische Weichschichten (HW):** überwiegend organische Weichschichten aus Klei, die von Feinsand-Einlagerungen unterbrochen werden.

**Wattsande (WS):** überwiegend schwach schluffige bis schluffige Feinsande. Teilweise sind die Wattsande auch stark mittelsandig und schwach schluffig. Die Wattsande werden teilweise von bis zu 0,7 m mächtigen Klei-Lagen unterbrochen.

Unterhalb der Weichschichten und des Wattsandes sind in den Archivbohrungen pleistozäne Sande erkundet worden. Die pleistozänen Sande wurden im Rahmen der jetzigen Aufschlusskampagne nicht angetroffen. Zudem liegen sie so tief, dass sie für die aktuelle Fragestellung nicht relevant sind. Deshalb werden die pleistozänen Sande in diesem Bericht nicht weiter betrachtet.

#### **4.4 Lagerungsdichte**

Zur Überprüfung der Lagerungsdichten und der Baugrundverhältnisse in größerer Tiefe wurden neunundzwanzig elektrische Drucksondierungen nach DIN 22476-1 mit Aufzeichnung des Spitzenwiderstandes  $q_c$  in  $\text{MN/m}^2$ , der örtlichen Mantelreibung  $f_s$  in  $\text{MN/m}^2$  und des Porenwasserdrucks  $u_2$  in  $\text{MN/m}^2$  ausgeführt. Die Diagramme sind neben dem dazugehörigen Bohrprofil in den Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt.

Die Auswertung der Lagerungsdichte ist im Abschnitt 4.7 pro Bodenart zu entnehmen.

## 4.5 Undränierete Scherfestigkeit

Für die Ermittlung der undräniereten Scherfestigkeit  $c_u$  werden der Laborflügelscherversuch, das Taschenpenetrometer und die Drucksondierung herangezogen.

Die in den Flügelscherversuchen ermittelten  $c_{fv}$ -Werte werden unter Ansatz eines Korrekturfaktors  $\mu = 0,75$  auf  $c_u$ -Werte abgemindert.

Im Taschenpenetrometersversuch wird mit dem eingesetzten Gerät die Druckfestigkeit  $q_u$  festgelegt. Die undränierete Scherfestigkeit wird dann mit  $c_u = q_u/2$  nach DIN 18136 bestimmt.

Die undränierete Scherfestigkeit wurde auch aus den Drucksondierungen abgeleitet. Diese Berechnung erfolgt mit der im Eurocode EC 7-Band 2 in Abschnitt 4.3 für diesen Zusammenhang beschriebenen Formel:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

mit  $q_t$ : Spitzenwiderstand der Drucksonde, korrigiert um die Einflüsse des Porenwasserdruckes

$\sigma_{v0}$ : vertikale Ausgangsspannung in der betrachteten Tiefe

$N_{kt}$ : Konusfaktor, der Koeffizient kann auf Grund örtlicher Erfahrung oder zuverlässiger Korrelationen geschätzt werden

In der durchgeführten Auswertung wurde der Konusfaktor auf der sicheren Seite liegend mit  $N_{kt} = 19$  gewählt.

Die aus den Flügelscherversuchen, Taschenpenetrometer und Drucksondierungen erhaltenen undräniereten Scherfestigkeiten sind in Abhängigkeit von der Tiefe in der Anlage 5 dargestellt.

Die charakteristischen Werte der Anfangsscherfestigkeit des undräniereten Bodens wurde pro Bereich als vorsichtiger Schätzwert des jeweiligen Mittelwertes ermittelt (s. EC 7 – Band 1, Abschnitt 2.4.5.2). Die ermittelten  $c_u$ -Werte sind als Bandbreite in der Tabelle 13 angegeben und in den jeweiligen Bemessungsprofilen (s. Anlage 6.1 bis 6.4) angesetzt worden.

## 4.6 Wasserverhältnisse

Im Rahmen der Sondierarbeiten im Sommer 2016 wurden die in der Tabelle 1 zusammengefassten Wasserstände angebohrt. Diese Wasserstände stellen keine ausgepegelten Grundwasserstände dar.

**Tabelle 1: Wasserstände im Eiderdamm**

Bereiche	Wasserstände in m NHN		
	Min	Max	Mittelwert
Dammkrone	-0,1	+1,4	+0,9
Außenböschung	+1,1	+1,7	+1,3

Nördlich des Eidersperrwerks und binnenseitig des Eiderdamms werden die Wasserstände über Entwässerungsgraben und Sielbauwerke kontrolliert, sodass ein relativ konstanter und Tidezeiten unabhängiger Wasserstand bei ca. NHN +0,0 m zu erwarten ist.

Südlich des Eidersperrwerks korrespondieren die binnenseitigen Wasserstände mit den vom Eidersperrwerk gesteuerten Wasserständen.

mittlere Tidehochwasser (MThw) NHN +1,16 m

mittlere Tideniedrigwasser (MTnw) NHN -1,35 m

Im Dammvorland ist mit extremen Hochwasserständen im Zusammenhang mit Sturmflutereignissen zu rechnen. Im Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein (Fortschreibung 2012) wurden im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung Referenzwasserstände (RHW200) mit einer jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit von 0,005 (Wiederkehrintervall: 200 Jahre) ermittelt. Der Bemessungswasserstand (BHW) setzt sich aus den RHW200 zuzüglich eines so genannten Klimazuschlages von 0,5 m zusammen. Der Referenzwasserstand RHW200 liegt für das Baufeld auf einem Niveau von NHN +5,5 m, sodass sich für ein Sturmflutereignis einen Bemessungswasserstand von NHN +6,0 m ergibt.

Den Angaben gemäß gelten für den Dammabschnitt folgende Wasserstände:

mittlere Tidehochwasser (MThw) NHN +1,56 m

mittlere Tideniedrigwasser (MTnw) NHN -1,45 m

Für die Standsicherheitsberechnungen werden die in der Tabelle 2 und in der Tabelle 3 zusammengefassten Kombinationen von Wasserständen berücksichtigt.

**Tabelle 2: Maßgebende Wasserstände nördlich des Eidersperrwerks für die berücksichtigten Bemessungssituationen**

	Außenwasserstände Binnenböschung [m NHN]	Innenwasserstände [m NHN]	Außenwasserstände Außenböschung [m NHN]
Hochwasser	+1,0	+4,5	+6,0
MThw	0,0	+1,4	+1,6
MTnw	0,0	0,0	-1,5
Ablaufendes Hochwasser	0,0	+4,5	-1,5

**Tabelle 3: Maßgebende Wasserstände südlich des Eidersperrwerks für die berücksichtigten Bemessungssituationen**

	Außenwasserstände Binnenböschung [m NHN]	Innenwasserstände [m NHN]	Außenwasserstände Außenböschung [m NHN]
Hochwasser	+2,0	+5,0	+6,0
MThw	+1,2	+1,5	+1,6
MTnw	-1,4	-1,4	-1,5
Ablaufendes Hochwasser	0,0	+5,0	-1,5

## 4.7 Ergebnisse Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung von Bodenkennwerten bzw. zur Klassifizierung der Böden wurden die nachfolgend tabellierten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt.

**Tabelle 4: Laborversuche**

Parameter	Bestimmung nach
Korngrößenverteilung	DIN 18123
Wassergehalt w	DIN EN ISO 17892-1
Glühverlust $V_{gl}$	DIN 18128
Scherfestigkeit des undränierten Bodens $c_u$ (Labor- und Feldversuche)	DIN 4094-4 (DIN EN ISO 26476-9) In Anlehnung an der DIN 18136 DIN EN ISO 26476-1

Die Ergebnisse der labortechnischen Untersuchungen an Bodenproben aus den abgeteufte Kleinrammbohrungen und Bohrungen sind der tabellarischen Zusammenstellung der Anlage 4 zu entnehmen und wurden in der Darstellung der Bohrprofile in den Anlage 2.1 bis 2.15 berücksichtigt.

Nachfolgend werden die durchgeführten Laboruntersuchungen pro Homogenbereich zusammengefasst.

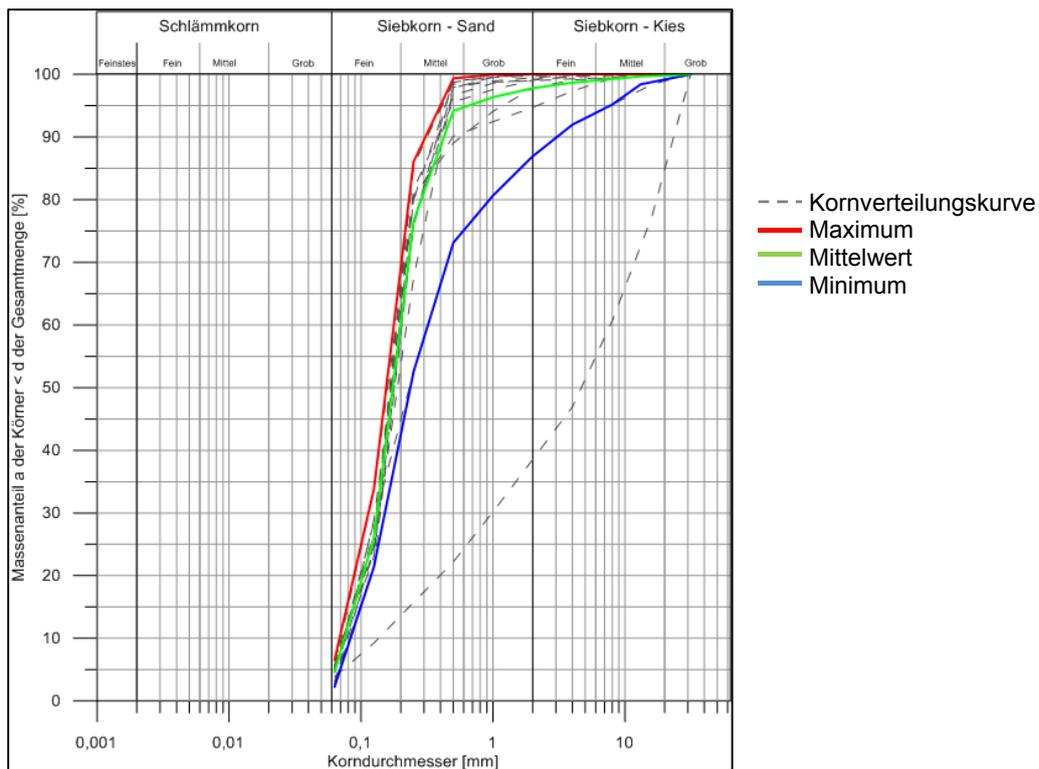
#### **4.7.1 Sande des Dammkerns (SDK)**

Die Sande des Dammkerns setzen sich überwiegend aus gemischtkörnigen Sanden zusammen. Diese werden in der Folge als Sand (mittelsandige Feinsand oder feinsandige Mittelsand) bezeichnet.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an elf repräsentativen Bodenproben (s. Abbildung 1). Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte (gerundet) sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Im Dammkern sind teilweise auch Kies Lagen erkundet worden, siehe Kornverteilung außerhalb der Kornsummenband in Abbildung 1.

**Tabelle 5: Korngrößenzusammensetzung der Sande im Dammkern**

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Sand	11	[SE/SU]	--	2 – 6 (4)	82 - 98 (93)	0 – 13 (2)



**Abbildung 1: Kornsummenband, Sand des Dammkerns (aus 12 Kornverteilungen)**

Gemäß DIN 18196 handelt es sich bei den nicht bindigen Auffüllungen des Dammkerns hauptsächlich um eng gestufte Sande [SE] bis schluffigen Sand [SU].

Die Durchlässigkeit der Sande kann aufgrund der vorliegenden Kornverteilungskurve mit  $k_f = 7 \cdot 10^{-5}$  m/s abgeschätzt werden.

Die Sondierdiagramme der Drucksondierungen zeigen innerhalb der sandigen Auffüllung des Dammkörpers (SDK) überwiegend Spitzenwiderstände zwischen  $q_c = 5$  MN/m<sup>2</sup> und  $q_c = 30$  MN/m<sup>2</sup>. Dies weist auf eine mitteldichte bis sehr dichte Lagerung des Sandes im Dammkörper hin.

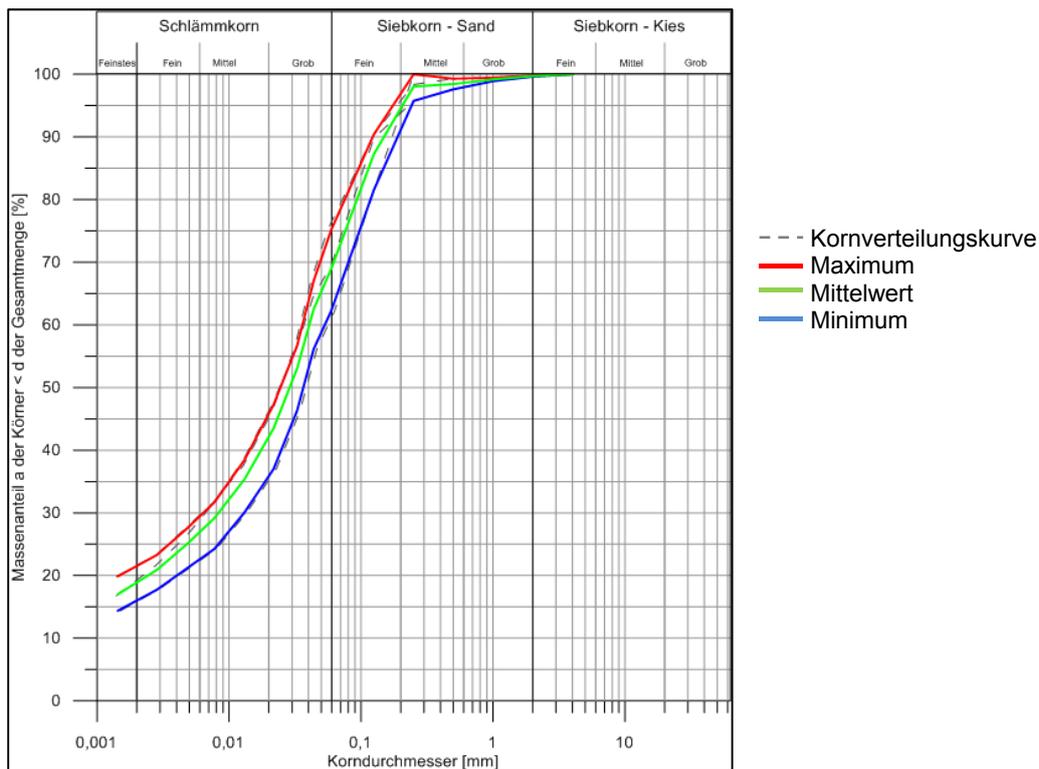
#### **4.7.2 Klei des Dammkerns (KDK)**

Die Weichschichten sind kornanalytisch in der Regel als Schluffe mit wechselnden Sand- und Tonanteilen einzustufen.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an drei repräsentativen Klei-Bodenproben, siehe Kornsummenband in Abbildung 2. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte (gerundet) sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

**Tabelle 6: Korngrößenzusammensetzung, Klei des Dammkerns**

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Klei (KDK)	3	[TL]	16 – 22 (19)	45 -53 (50)	25 – 39 (31)	--



**Abbildung 2: Kornsummenband, Klei des Dammkerns (aus 3 Kornverteilungen)**

An acht repräsentativen Proben der bindigen Böden wurden die Wassergehalte bestimmt, die Ergebnisse sind in der Tabelle 7 zusammengefasst.

**Tabelle 7: Wassergehalt, Klei des Dammkerns**

Bodenart	Anzahl	Wassergehalt in %		
		Minimum	Maximum	Mittelwert
Klei (KDK)	8	21,9	39,9	30,1

An insgesamt drei repräsentativen Bodenproben wurde der Glühverlust bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 aufgeführt.

**Tabelle 8: Glühverlust, Klei des Dammkerns**

Bodenart	Anzahl	Glühverlust Vgl in % der Trockenmasse		
		Minimum	Maximum	Mittelwert
Klei (KDK)	3	3,6	5,9	4,8

Auf Grundlage des organischen Anteils (s. Tabelle 8) wird der Klei des Dammkerns gemäß DIN EN ISO 14688-2 in die Kategorie schwach organisch eingeteilt.

Die Bestimmung der Konsistenz erfolgte anhand der Angaben des Bohrunternehmers und der Ergebnisse von Drucksondierungen und Taschenpenetrometerversuchen an gelinerten Bodenproben. Die Konsistenzen sind neben den Bohrprofilen der Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt. Der aufgefüllte Klei hat überwiegend eine weich-steife Konsistenz.

Mit Blick auf den hohen Schlämmkornanteil ( $d \leq 0,063$  mm) erfolgt die Klassifikation des Kleis nicht auf Grundlage der Korngrößenzusammensetzung sondern gemäß DIN EN ISO 14688-1 auf Grundlage der plastischen Eigenschaften. Die Auswertung nach DIN 18196 wurde in der Tabelle 6 eingefügt.

Innerhalb des ausgefüllten Kleis wurden in den Drucksondierungen überwiegend geringe Spitzenwiderstände von  $q_c \approx 1$  MN/m<sup>2</sup> und daraus abgeleitet geringe Tragfähigkeiten ermittelt.

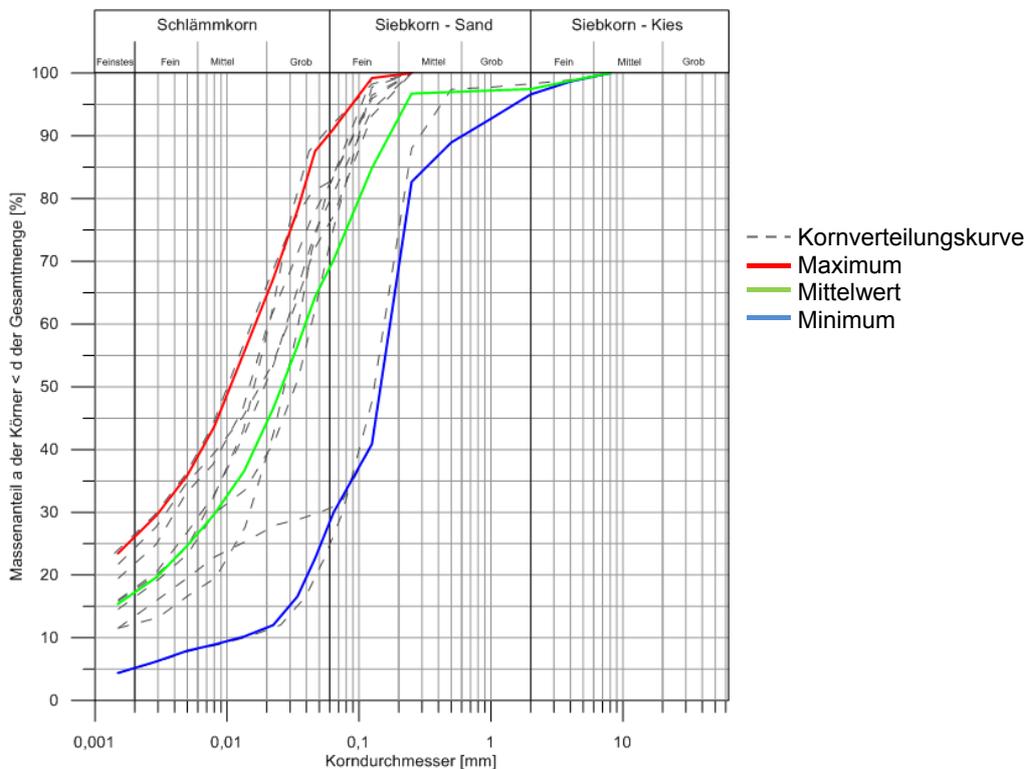
#### **4.7.3 Holozäne Weichschichten (HW)**

Die Weichschichten sind kornanalytisch in der Regel als Schluffe mit wechselnden Sand- und Tonanteilen einzustufen. An den Schichtübergängen sind teilweise Klei-Sand-Gemisch zu finden.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an neun repräsentativen Klei-Bodenproben, siehe auch Kornsummenband in Abbildung 3. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte (gerundet) sind je Bodenart in Tabelle 9 zusammengestellt.

**Tabelle 9: Korngrößenzusammensetzung, holozäne Weichschichten**

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Klei	7	OT/TL	12 – 26 (20)	51 -74 (61)	0 – 27 (19)	--
sandiger Klei	2	TL/ST*	5 – 13 (9)	16 – 18 (17)	65 – 77 (71)	2 – 4 (3)



**Abbildung 3: Kornsummenband, Holozäne Weichschichten (aus 9 Kornverteilungen)**

An achtzehn repräsentativen Proben der bindigen Böden wurden die Wassergehalte bestimmt, die Ergebnisse sind in der Tabelle 10 nach Bodenarten zusammengefasst.

**Tabelle 10: Wassergehalt, holozäne Weichschichten**

Bodenart	Anzahl	Wassergehalt in %		
		Minimum	Maximum	Mittelwert
Klei	17	33,7	66,5	48
sandiger Klei	1	43		--

An insgesamt elf repräsentativen Bodenproben wurde der Glühverlust bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 11 nach Bodenarten aufgeführt.

**Tabelle 11: Glühverlust, holozäne Weichschichten**

Bodenart	Anzahl	Glühverlust Vgl in % der Trockenmasse		
		Minimum	Maximum	Mittelwert
Klei	9	4,1	8,2	7
sandiger Klei	2	1,8	4,8	3

Auf Grundlage des organischen Anteils (s. Tabelle 11) wird der Klei gemäß DIN EN ISO 14688-2 in die Kategorie mittel organisch eingeteilt. Der sandige Klei wird in die Kategorie schwach organisch eingeteilt.

Die Bestimmung der Konsistenz erfolgte anhand der Angaben des Bohrunternehmers und den Ergebnissen der Drucksondierungen sowie von Flügelsondierungen und Taschenpenetrometerversuchen an gelinerten Bodenproben. Die Konsistenzen sind neben den Bohrprofilen der Anlagen 2.1 bis 2.15 dargestellt.

Mit Blick auf den hohen Schlämmkornanteil ( $d \leq 0,063$  mm) erfolgt die Klassifikation des Kleis nicht auf Grundlage der Korngrößenzusammensetzung sondern gemäß DIN EN ISO 14688-1 auf Grundlage der plastischen Eigenschaften. Die Auswertung nach DIN 18196 wurde in der Tabelle 9 eingefügt.

Innerhalb der organischen Weichschichten wurden in den Drucksondierungen überwiegend sehr geringe Spitzenwiderstände von  $q_c \leq 1$  MN/m<sup>2</sup> und daraus abgeleitet geringe Tragfähigkeiten ermittelt.

#### **4.7.4 Wattsand (WS)**

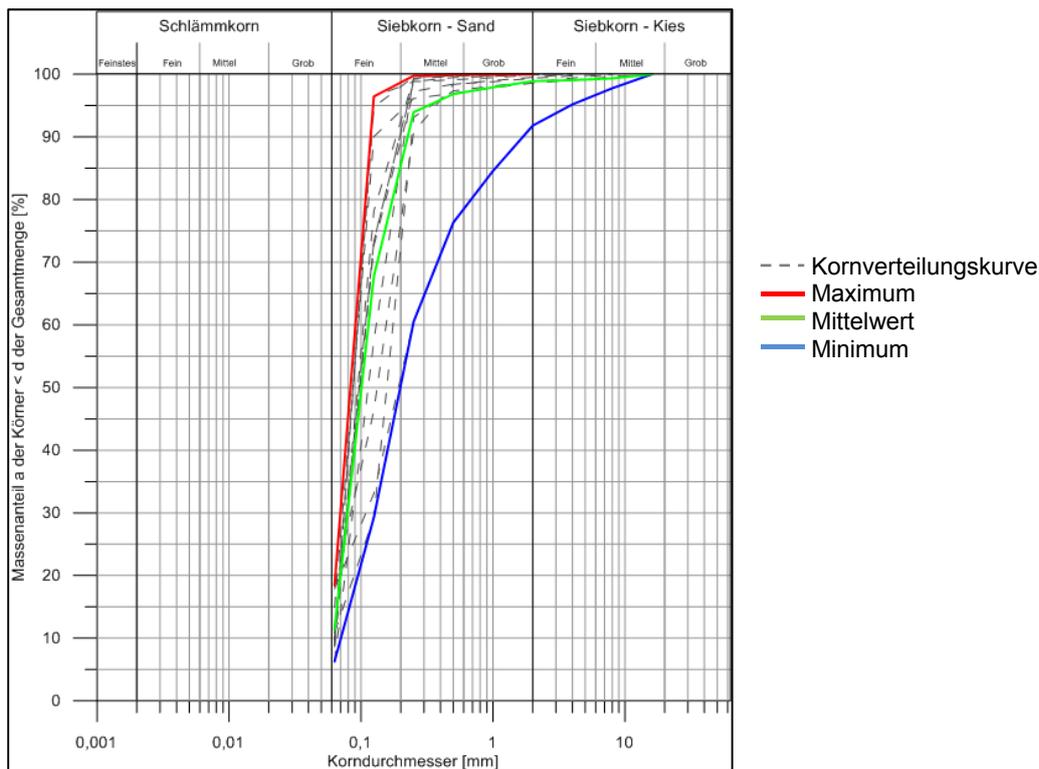
Der Wattsand stellt auch in mehreren Dammabschnitten den Übergang zwischen aufgefülltem Dammkern und gewachsenem Boden dar.

Im Wattsand sind Klei Lagen, die eine Mächtigkeit von bis zu 0,7 m aufweisen, vorhanden.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an 11 repräsentativen Bodenproben des Wattsandes, siehe auch Kornsummenband in Abbildung 4. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

**Tabelle 12: Korngrößenzusammensetzung, Wattsand**

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Wattsand	11	SU*/SU	--	6 – 18 (11)	74 – 94 (88)	0 – 8 (1)



**Abbildung 4: Kornsummenband, Wattsand (aus 11 Kornverteilungen)**

Gemäß DIN 18196 handelt es sich bei den Wattsanden hauptsächlich um stark schluffige Sande.

Die Durchlässigkeit der Sande kann aufgrund der vorliegenden Kornverteilungskurve mit  $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$  m/s abgeschätzt werden.

Innerhalb der Wattsande werden sehr variierende Spitzenwiderstände überwiegend zwischen  $q_c = 3$  MN/m<sup>2</sup> und  $q_c = 10$  MN/m<sup>2</sup> aufgezeichnet. Innerhalb der Wattsande sind auch Spitzenwiderstände von  $q_c \leq 1$  MN/m<sup>2</sup> ermittelt worden die auf Kleilagen zurückzuführen sind. Die Kleilagen können Mächtigkeiten zwischen  $d \leq 0,1$  m und  $d = 0,7$  m haben.

Unterhalb der organischen Weichschichten wurden meistens Wattsande angetroffen. Die Spitzenwiderstände dieser Wattsande liegen zwischen  $q_c = 10 \text{ MN/m}^2$  und  $40 \text{ MN/m}^2$ , sodass von einer dichten bis sehr dichten Lagerung ausgegangen werden kann.

#### 4.8 Bodenkennwerte

Nach den Feld- und Laborversuchen, den Angaben in den Schichtenverzeichnissen sowie Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen folgende, in Tabelle 13 zusammengestellte, Bodenkennwerte angesetzt werden.

**Tabelle 13: Charakteristische Bodenkennwerte**

Bodenart	Wichte $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
		$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Klei Dammkern (KDK)	16/6	17,5	7	20 - 25	1-1,5
Füllsand/SDK	19/11	36	0	-	40
Wattsand (WS) (z.T. mit dünnen Klei Lagen)	18/10	25	0	-	5 - 10
Wattsand unterhalb der Weichschichten	19/10	37	0	-	50
Klei (HW)	16/6	17,5	7	20 - 50	1,5 - 2,5
Wasserbausteine	26/16	40	0	-	$\geq 50$

In der Tabelle bedeuten:

- $\gamma$  : Wichte des feuchten Bodens
- $\gamma'$  : Wichte des Bodens unter Auftrieb
- $\phi'_k$  : Reibungswinkel des dränierten Bodens
- $c'_k$  : Kohäsion des dränierten Bodens
- $c_{u,k}$  : undränierte Scherfestigkeit des Bodens
- $E_{s,k}$  : Steifemodul

## 4.9 Bemessungsprofile

Um den ca. 5 km langen Damm so repräsentativ wie möglich in den Setzungs- und Standsicherheitsberechnungen abzubilden, wurden vier Querschnitte gewählt, die jeweils durch ein auf der sicheren Seite liegendes Profil des gewählten Dammschnitts repräsentiert wurden.

Zur Konstruktion der Berechnungsschnitte wurden die Baugrundinformationen aus den nah liegenden Aufschlüssen herangezogen und auf den jeweiligen Profilschnitt projiziert. Bei den Berechnungsschnitten handelt es sich um vereinfachte hinreichend genaue Baugrundmodelle, in denen mehrere kleinere Schichten zu homogenen Bereichen zusammengefasst wurden.

**Tabelle 14: Bemessungsprofile**

Querschnitt	Geltende Bereich der Bemessungsprofil von - bis	Darstellung Anlage Nr.
0-050	Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 Stat. 0+350 bis Stat. 0+500	6.1
1+450	Stat. 0+150 bis Stat. 0+350 Stat. 0+500 bis Stat. 1+700	6.2
1+950	Stat. 1+700 – Stat. 2+950	6.3
4+300	Stat. 3+600 – Stat. 4+450	6.4

## 5. Stellungnahme

### 5.1 Setzungsprognose

Mit Blick auf den Lasteintrag durch die geplante Maßnahme auf die im Baufeld anstehenden Weichschichten ist mit Setzungen zu rechnen.

Zur Ermittlung der Konsolidationssetzungen der geplanten Dammverstärkung wurden unter Zugrundelegung der DIN 4019 Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-CONSOLIDATE, Version 5.08 für die definierten maßgeblichen Abschnitten durchgeführt.

Der zeitliche Verlauf der Setzungen ist abhängig von der Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Weichschichten und wurde daher als Grenzwertbetrachtung bestimmt. Danach ergeben sich ohne Berücksichtigung von weiteren Maßnahmen Konsolidationszeiten, d.h. Zeiträume bis zum nahezu vollständigen Eintreten der Setzungen, für die Außenböschungen von bis zu fünf Jahren für das Bemessungsprofil Stat. 0-050. Für die übrigen Dammabschnitte sind Konsolidationszeiten von weniger als einem Jahr zu erwarten.

Zu den Primärsetzungen  $s_1$  addieren sich die zu erwartenden langfristigen (Kriech-) Sekundärsetzungen  $s_2$  in der Größenordnung von hier bis zu 25% der Primärsetzungen. Die Sekundärsetzungen treten in einem Zeitraum über etwa 10 bis 30 Jahren auf.

In der Tabelle 15 sind die maximalen ermittelten Setzungsbeträge für die Bemessungsprofile zusammengestellt.

**Tabelle 15: Primäre Setzungen**

Querschnitt	rechnerische ermittelten primären Setzungen [cm]		Anlage Nr.
	Dammkrone	Übergang Außenböschung/Deckwerk	
0-050	8	52	7.1, 7.2, 7.3, 7.4
1+450	<5*	9	7.5
1+950	<5*	11	7.6
3+630	<5*	9	7.7
3+800	<5*	17	7.8
4+100	<5*	9	7.9
4+300	<5*	11	7.10
4+400	<5*	11	7.11

\*: wenig Lasteintrag. Setzungen wurden abgeschätzt

Für die Höhenplanung sollten auch die Sekundärsetzungen, zumindest eine Teilbetrag davon, berücksichtigt werden.

Auf dem Damm soll eine 25 cm mächtige Schicht aus Asphalt-Mastix eingebracht werden (s. Abschnitt 3.2). Der Asphalt-Mastix kann die Setzungen nur bis zu einer gewisse Grenze schadlos aufnehmen. Allerdings sind im Abschnitt von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 Setzungen in der Größenordnung von 50 cm zu erwarten. Dabei würden schon im ersten Jahr mehr als 30 cm Setzungen auftreten. Dies würde unvermeidlich zu Rissen, besonders im Anschlussbereich Außenböschung/Deckwerk führen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich für diesen Dammabschnitt, sowie für den Abschnitt von Stat. 0+350 bis Stat. 0+500, beidem aufgrund der Mächtigkeit der holozänen Weichschichten Setzungen über 20cm zu erwarten sind, eine Vorbelastung vorzunehmen. In den Anlagen 7.12 und 7.13 sind die zu erwartenden Setzungen bei einer Vorbelastung mit 1.7 m Wasserbausteine zu entnehmen.

## **5.2 Standsicherheitsuntersuchungen**

### **5.2.1 Grundlagen**

Die Standsicherheitsberechnungen des Eiderdamms erfolgten nach dem Teilsicherheitskonzept gemäß der DIN 1054 und der DIN 4084. Dabei werden in den Berechnungen Ausnutzungsgrade  $\mu$  aus dem Quotienten aus den mittels Teilsicherheitsbeiwert rechnerisch abgeminderten widerstehenden Kräften und den mittels Teilsicherheitsbeiwert rechnerisch erhöhten Einwirkungen bzw. Beanspruchungen gebildet. Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch ist gemäß DIN 4084 gegeben, wenn nach dem Teilsicherheitskonzept der Ausnutzungsgrad des Systems  $\mu \leq 1,0$  ist.

Mit den durchgeführten Berechnungen wurde die Standsicherheit der Böschung für mindestens 1,0 m tief in die Böschung einschneidende Bruchfugen untersucht. Die Berechnungen der Böschungsbruchsicherheit wurden gemäß DIN 1054 für den Grenzzustand GEO-3 (Verlust der Gesamtstandsicherheit) durchgeführt.

Die folgenden Berechnungen wurden nach dem Lamellenverfahren nach Krey/Bishop für kreisförmige Gleitflächen durchgeführt. Die maßgeblichen Ausnutzungsgrade ergeben sich dabei aus variierenden Berechnungen, bei denen innerhalb eines gewählten Rasters die Gleitkreise verschiedener Mittelpunkte mit jeweils variablen Durchmessern untersucht werden. Die Blockgleitmethode (zusammengesetzter Bruchmechanismus mit gradlinigen Gleitlinien) wurde auch angewandt, sie stellte aber nie den ungünstigsten Fall dar, und wurde daher hier nicht weiter betrachtet. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm GGU-STABILITY Version 11.18 Copyright + Verfasser: Prof. Dr. Ing. Johann Buß.

Die Berechnungsergebnisse sind für den Bauzustand (Bemessungssituation BS-T) in den Anlagen 8.1.1 bis 8.4.4 dargestellt. Die Berechnungsergebnisse für den Endzustand (Bemessungssituation BS-P) sind in den Anlagen 9.1 bis 9.4 dargestellt.

## **5.2.2 Berechnungsansätze und Ergebnisse**

In den kennzeichnenden Profilschnitten (s. Tabelle 14) wurde die Standsicherheit des Dammkörpers unter Berücksichtigung der nachfolgenden Randbedingungen rechnerisch ermittelt:

- In den Standsicherheitsberechnungen der Querschnitte Stat. 1+450, Stat. 1+950 und Stat. 4+300 wurde, außer für den Hochwasser-Fall, eine bauzeitliche Verkehrslast mit  $p_v = 30 \text{ kN/m}^2$  angesetzt.
- Mit Blick auf die im Baufeld anstehenden wenig durchlässigen Weichschichten (Klei) wurden Standsicherheitsuntersuchungen in den Querschnitten Stat. 1+450, Stat. 1+950 und Stat. 4+300 unter Berücksichtigung der Anfangsscherfestigkeit ( $c_u$ ) für den Bauzustand (BS-T) und unter Berücksichtigung der effektiven Scherparameter ( $\phi'$  und  $c'$ ) für den Endzustand (BS-P) durchgeführt.
- Für das Bemessungsprofil Stat. 0-050 kann die Standsicherheit der Außenböschung mit Anfangsscherfestigkeit nicht nachgewiesen werden, sodass die Standsicherheitsuntersuchungen unter Berücksichtigung der effektiven Scherparameter ( $\phi'$  und  $c'$ ) für den Bauzustand (BS-T) durchgeführt wurden, um danach die Verbesserung der Bodenkennwerte der holozänen Weichschichten mit Liegezeit untersuchen zu können.
- Für das Bemessungsprofil Stat. 0-050 wurden zwei Vorbelastungsphasen mit Liegezeit untersucht.
- Für jedes Bemessungsprofil wurden die Wasserstände variiert, um die Bemessungssituationen der Tabelle 2 und der Tabelle 3 zu berücksichtigen.
- In allen Standsicherheitsuntersuchungen wurde eine Überhöhung des Dammprofils gemäß Tabelle 15 zusätzlich der Sekundärsetzungen, die innerhalb fünf Jahren auftreten können, berücksichtigt.
- Die Profilierung der Binnenböschungen werden überwiegend nicht geändert, sodass die Standsicherheit der Binnenböschung nur für die Querschnitte Stat. 0-050 und Stat. 1+950 im Hochwasser Fall untersucht wurde.

Die Ergebnisse der bauzeitlichen Standsicherheitsberechnungen sind den Berechnungsausdrücken der Anlagen 8.1.1 bis 8.4.4 zu entnehmen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist der Tabelle 16 zu entnehmen.

Für den Endzustand wurde pro Bemessungsprofil die kritischste Bemessungssituation betrachtet und mit End-Scherparametern und den Teilsicherheiten der Bemessungssituation BS-P berechnet. Für den Querschnitt Stat. 0-050 wurde die Standsicherheit mit Konsolidationsschichten und Liegezeit nachgewiesen. Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen sind in den Berechnungsausdrücken der Anlagen 9.1 bis 9.4 zu entnehmen.

**Tabelle 16: Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen für die Bauzustände (BS-T)**

Bauwerkstation	Lage	Scherfestigkeit/ Vorbelastung	Wasserstand	$\mu$	Anlage Nr.
0-050	Außenböschung	Endscherfestigkeit	MThw	<b>1,04</b>	8.1.1
			MTnw	0,91	8.1.2
			Ablaufendes Hochwasser	<b>1,03</b>	8.1.3
			Hochwasser	0,82	8.1.4
	Außenböschung	Endscherfestigkeit/ 1. Vorbelastung	MThw	0,96	8.1.5
			MThw	0,96	8.1.6
			Ablaufendes Hochwasser	1,00	8.1.7
			Ablaufendes Hochwasser	1,00	8.1.8
1+450	Außenböschung	Anfangs- scherfestigkeit	MThw	0,74	8.2.1
			MTnw	0,77	8.2.2
			Ablaufendes Hochwasser	0,83	8.2.3
			Hochwasser	0,67	8.2.4
1+950	Außenböschung	Anfangs- scherfestigkeit	MThw	0,78	8.3.1
			MTnw	0,82	8.3.2
			Ablaufendes Hochwasser	0,90	8.3.3
	Binnenböschung		Hochwasser	0,68	8.3.4
4+300	Außenböschung	Anfangs- scherfestigkeit	MThw	0,88	8.4.1
			MTnw	0,88	8.4.2
			Ablaufendes Hochwasser	1,00	8.4.3
			Hochwasser	0,73	8.4.4

Bei Bemessungsprofil Stat. 0-050 ist die Standsicherheit der Außenböschung ohne bauzeitliche Verkehrslast nicht gegeben. Aufgrund der relative hohen Setzungen wird für diesen Dammabschnitt eine Vorbelastung empfohlen. Da die Standsicherheit nicht gegeben ist, muss die Vorbelastung in zwei Phasen erfolgen. In einer ersten Bauphase soll der geplante Übergang zwischen Deckwerk und Außenböschung mit Wasserbau-

steine vorbelastet werden. Nach 30 Tage kann die gesamte Außenböschung vorbelastet werden (siehe auch Anlagen 8.1.5 bis 8.1.8 sowie Abschnitt 5.3.2).

### **5.3 Hinweise zur Bauausführung**

#### **5.3.1 Einbau von Füllsand und Deckwerk**

Von Stat. 0+150 bis Stat. 0+350 und von Stat. 0+500 bis Stat. 4+450 sollten, um Risse des Asphalt-Mastix zu verhindern, der Füllsand und das Deckwerk mindestens 60 Tagen liegen, bevor der Asphalt-Mastixschotter eingebracht wird. Da Konsolidationsetzungen einen exponentiellen Verlauf haben, wird in diesem Zeitraum der Großteil der schnellen Setzungen erfolgen, die restlichen Setzungen sollten schadlos von Asphalt-Mastix übernommen werden können.

Von Stat. 3+600 bis Stat. 4+450 sollten die Bauarbeiten bei Stat. 3+600 anfangen und nach Süden fortlaufen. Dies sollte ermöglichen, dass das eingebrachte Material bei Station 3+800 ( $s_1 \approx 20$  cm) so lang wie möglich liegt, bevor der Mastixschotter eingebracht wird.

Unterhalb der Außenböschung und des Deckwerks müssen verdichtungsfähige ton/schluffarme Füllsande (Ungleichförmigkeit  $C_U \geq 3$ , Schluff-/Tongehalt  $\leq 3\%$ ) eingebaut werden. Die Füllsande sind lagenweise ( $d = 0,3$  m) einzubauen und auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten.

Die Lagerungsdichte des eingebauten Füllsandes kann stichprobenartig mit der leichten Rammsonde DPL gemäß DIN EN ISO 22476-2 überprüft werden.

Beim Einbau vom Sand auf bindigen bzw. sehr schluffigen Böden im Fußpunktbereich (z. B. Bemessungsprofil Stat. 0-050), muss ein Geotextil mit Trennfunktion zwischen Sand und anstehenden Böden eingebaut werden. Dies soll Materialtransporte infolge Erosion und Suffosion verhindern und die langfristige Durchlässigkeit des Fußpunkts nicht beeinträchtigen.

#### **5.3.2 Vorbelastung**

Für den Dammabschnitt von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 muss wegen großer Setzungen sowie nicht nachweisbarer Böschungsbruchsicherheit eine Vorbelastung erfolgen. Für den Dammabschnitte von Stat. 0+350 bis Stat. 0+500, stehen dem LLUR zurzeit noch keine Schnitte zur Verfügung. Es wird aufgrund der Mächtigkeit der Weichschichten für diesen Dammabschnitt angenommen, dass die gleichen Maßnahmen wie von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 erforderlich sind. Dies könnte überprüft werden, wenn fertige Schnitte für den Abschnitt vorliegen.

Die Vorbelastung sollte in zwei Bauphasen erfolgen. Nachfolgende Vorgehensweise wird empfohlen:

- Schneiden des Asphalts am Außenböschungsfußpunkt und seeseitig der Dammkrone.
- Einbau von Wasserbausteine mit einer Höhe von 1,7 m und einer Breite von 2 m am geplanten Übergang zwischen Deckwerk und Außenböschung (s. auch Abbildung auf der Anlage 8.1.5). Die erste Vorbelastungsphase soll 30 Tage dauern.
- Nach 30 Tage kann die gesamte Außenböschung mit Wasserbausteine vorbe-  
lastet werden. Die Wasserbausteine sollten eine Höhe von 0,6 m auf der Seeseite der Dammkrone und eine Höhe von 1,7 m am Außenböschungsfußpunkt aufweisen (s. auch Abbildung auf der Anlage 8.1.6).
- Nach 1,5 Jahren Liegezeit bzw. bis zum Erreichen von ca. 80% der zu erwartenden Setzungen kann mit der Dammverstärkung angefangen werden.

### **5.3.3 Beobachtungsmethode**

Von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 und von Stat. 0+350 bis Stat. 0+500 sollten mehrere Setzungspegel in Querprofilen (Deichkrone, Mitte Außenböschung und Binnenböschungsfuß) mit einem Abstand zwischen den einzelnen Querprofilen von  $a \approx 100$  m direkt vor Beginn der Vorbelastung angeordnet und in kontinuierlichen Abständen gemessen werden. Der Toleranzbereich der Setzungsmessungen sollte  $<0,5$  cm betragen. Zusätzlich zu den Setzungen ist der Vorbelastungsverlauf zu dokumentieren.

### **5.3.4 Wasserhaltung**

Gemäß Unterlage /4/ liegt das Baufeld im Dammvorland auf einem Niveau von grob NHN +1 m und wird somit im Zuge einer eventuell auftretenden Sommersturmflut überflutet. Um die Außenböschung und das Deckwerk zu ertüchtigen bzw. einzubauen, wird eine Wasserhaltung benötigt.

Sofern ein Kajedeich als bauzeitlicher Hochwasserschutz errichtet werden sollte, ist zu klären, welches Material für den Bau zur Verfügung steht. Die im Bereich des Watts anstehenden Sande sind für Kajedeiche nur bedingt geeignet, da sie der Tide und dem Wellenschlag wahrscheinlich nicht standhalten. Am besten sollte Klei zur Verfügung gestellt werden.

## **6. Zusammenfassung**

Der LKN plant eine Ertüchtigung des Eiderdamms. Die Dammverstärkung betrifft einem 4,6 km Dammschnitt. Der Eiderdamm ist durch das Eidersperrwerk unterbrochen (s. Abschnitt 3).

Zur Erkundung der Baugrund- und Wasserverhältnisse wurden in einer Aufschlusskampagne im Sommer 2016 Kleinrammbohrungen, Trockenbohrungen und Drucksondierungen durchgeführt (s. Abschnitt 4.1).

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen stehen im Untersuchungsgebiet unterhalb des Deichs überwiegend holozäne Marschablagerungen (Klei, Wattsand) an, die zur größeren Tiefen von pleistozänen Ablagerungen unterlagert werden (s. Abschnitt 4.3 und Anlage 2.1 bis 2.15).

Bei den Bemessungsprofilen Stat. 1+450, Stat. 1+950 und Stat. 4+300 liegen die Weichschichten sehr tief, sodass der Standsicherheit des geplanten Damms ohne weitere Maßnahme nachgewiesen wurde.

Bei Bemessungsprofil Stat. 0-050 ist die Standsicherheit der geplanten Außenböschung nicht gegeben (s. Tabelle 16 und Anlagen 8.1.1 und 8.1.3), sodass hier ein Einbau in mindestens zwei Phasen erforderlich wird. Zusätzlich sind in diesem Dammschnitt Setzungen  $s_1 \approx 50$  cm zu erwarten. Diese hohen Setzungen könnten zu größeren Rissen der neuen Oberflächenbefestigung führen. Um diese zwei Randbedingungen zu erfüllen, wird empfohlen eine Vorbelastung in zwei Phasen durchzuführen (siehe Details in Abschnitt 5.3.2). Die Vorbelastung sollte 1,5 Jahre dauern bzw. bis zum Erreichen von 80% der zu erwartenden Setzungen.

Asphalt-Mastixschotter ist durchlässig, sodass die Möglichkeit einer natürlichen Begrünung des Damms durch Dünengräser, Rhizomen oder anderer Pflanzen nicht auszuschließen ist. Generell sollte darauf geachtet werden, dass sich keine Vegetation mit großen Wurzeln ansiedelt, da dies zu Rissen in der Oberflächenbefestigung führen können.

Der vorliegenden Stellungnahme wurden nur drei Querschnitte für den Dammschnitt nördlich des Eidersperrwerks zu Grunde gelegt. Im Zuge einer detaillierteren Planung ist dieser Bericht ggf. zu ergänzen. Insbesondere für den Dammschnitt von Stat. 0+350 bis Stat. 0+500 sollte geprüft werden, ob ein einphasiger Einbau der Vorbelastung möglich ist.

Den Angaben zufolge werden im Bereich des Eidersperrwerks nur geringfügige Änderungen des vorhandenen Dammprofils stattfinden, sodass die Standsicherheit dieses Dammschnitts nicht Bestandteil dieses Berichts ist.



Dr. Delphine Croizé

**DV Eiderabdämmung**

Geotechnischer Bericht 2016/02  
Anlage 1.1

gefertigt: Petra Kopp

Maßstab: 1:5.000

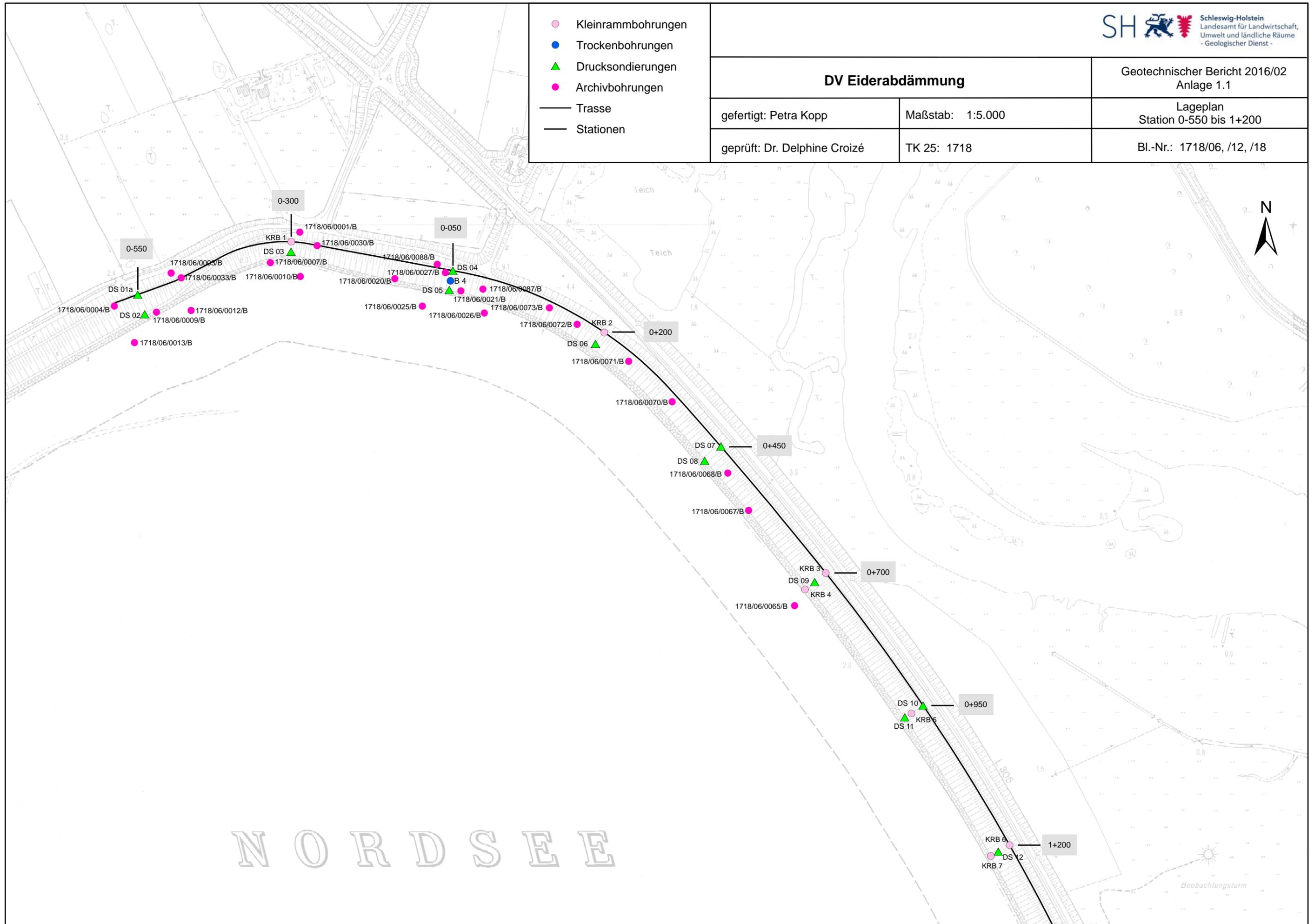
Lageplan  
Station 0+550 bis 1+200

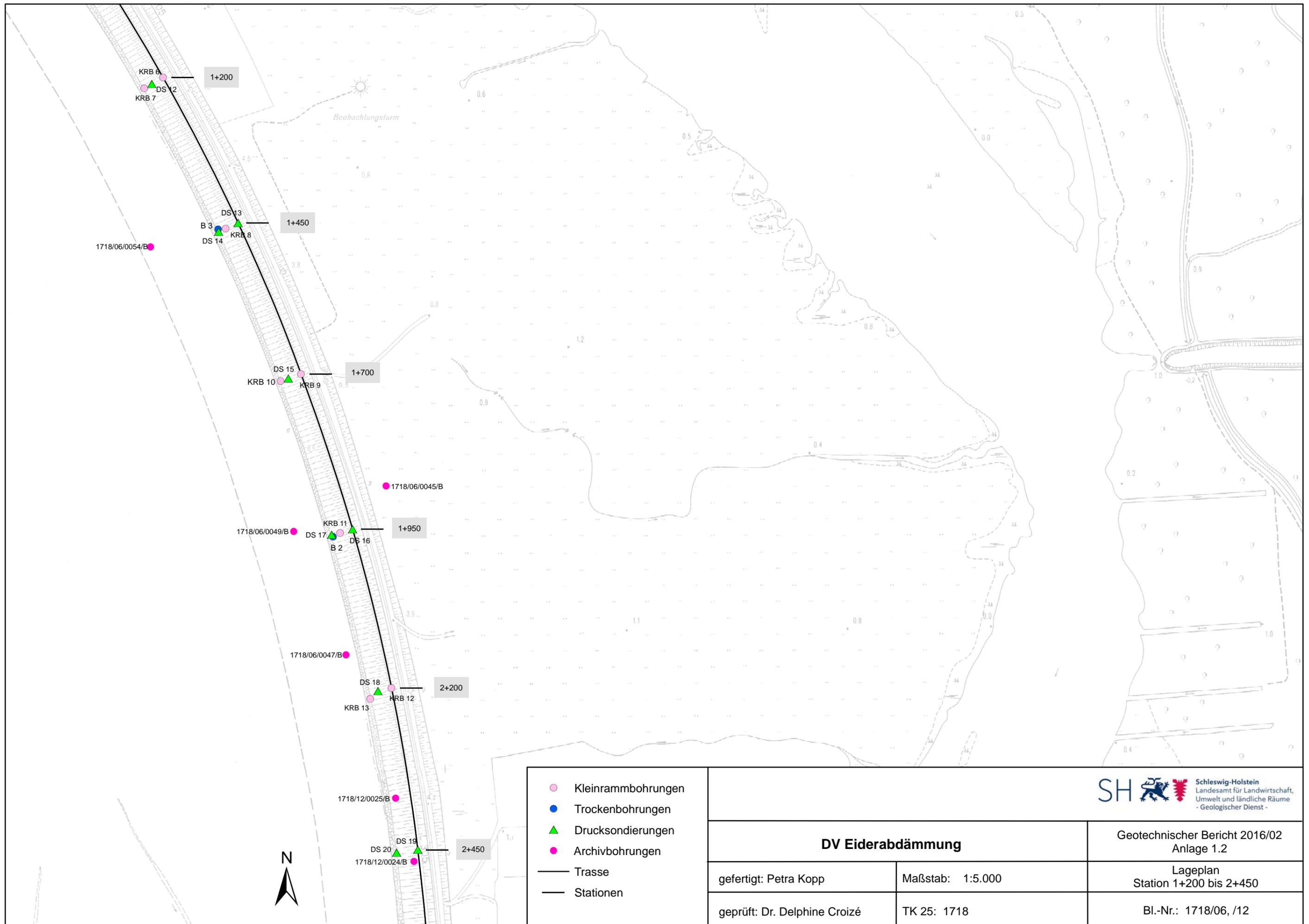
geprüft: Dr. Delphine Croizé

TK 25: 1718

Bl.-Nr.: 1718/06, /12, /18

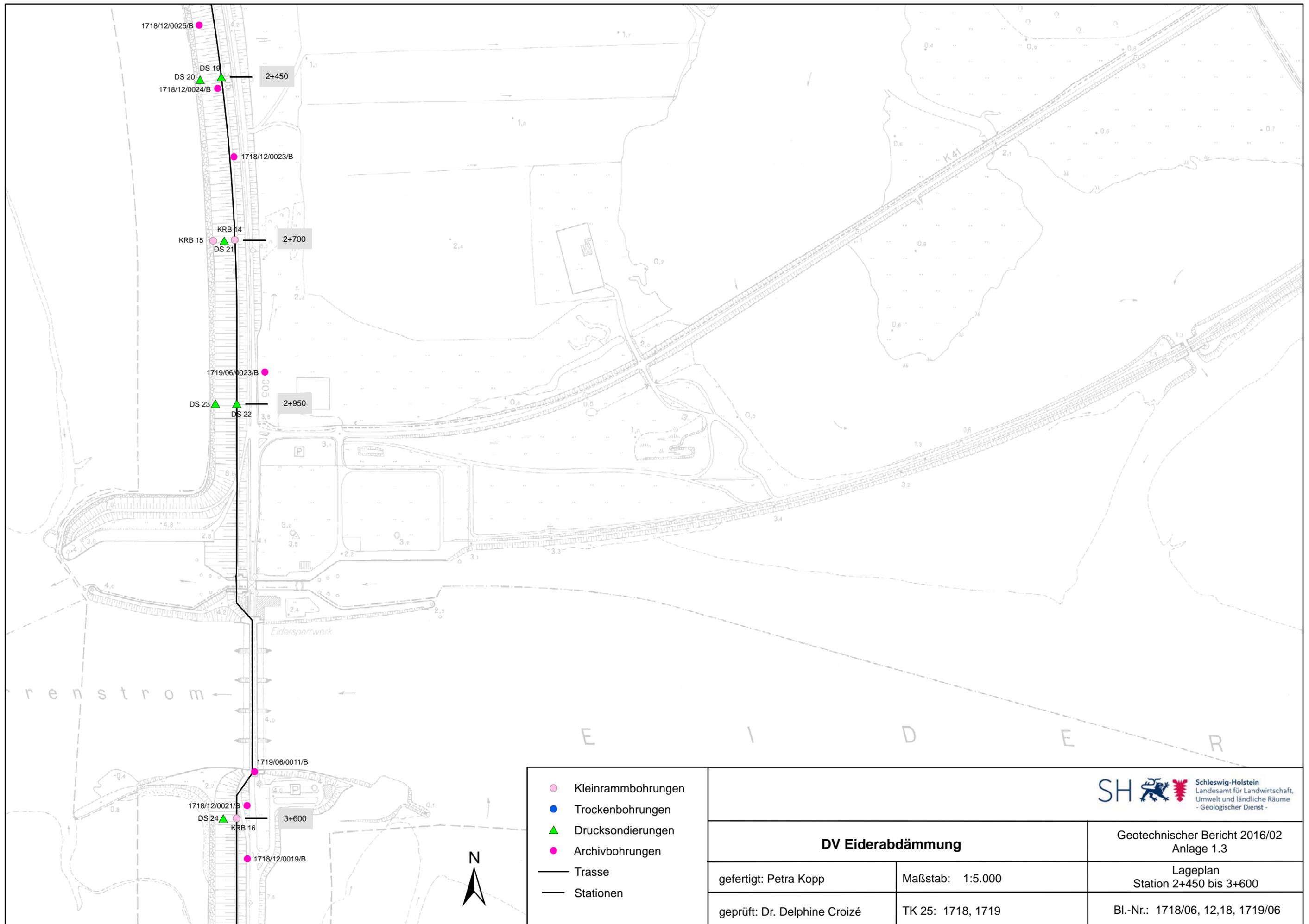
- Kleinrammbohrungen
- Trockenbohrungen
- ▲ Drucksondierungen
- Archivbohrungen
- Trasse
- Stationen





- Kleinrammbohrungen
- Trockenbohrungen
- ▲ Drucksondierungen
- Archivbohrungen
- Trasse
- Stationen

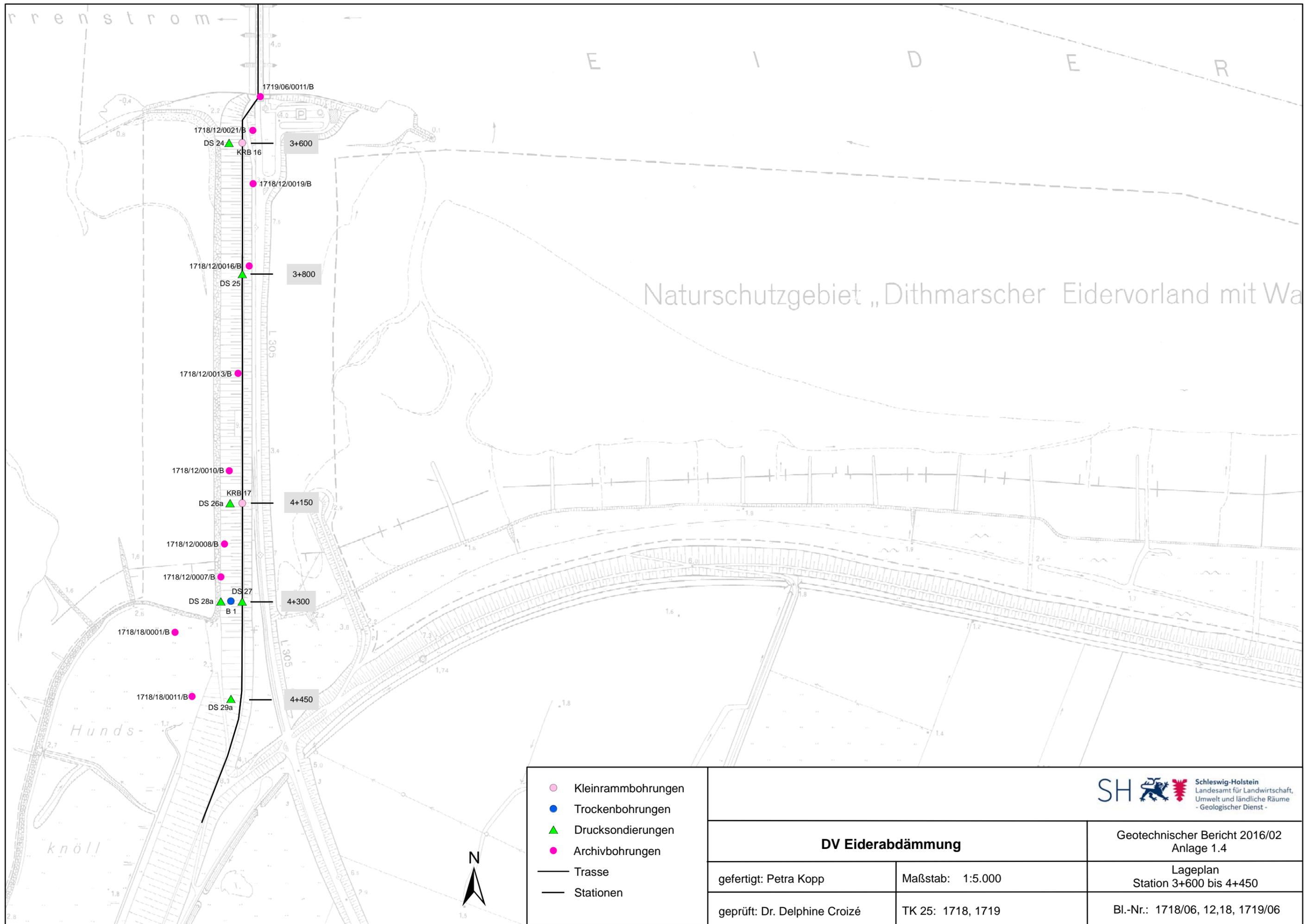
<b>DV Eiderabdämmung</b>		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 1.2
gefertigt: Petra Kopp	Maßstab: 1:5.000	Lageplan Station 1+200 bis 2+450
geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Bl.-Nr.: 1718/06, /12



- Kleinrammbohrungen
- Trockenbohrungen
- ▲ Drucksondierungen
- Archivbohrungen
- Trasse
- Stationen



<b>DV Eiderabdämmung</b>		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 1.3
gefertigt: Petra Kopp	Maßstab: 1:5.000	Lageplan Station 2+450 bis 3+600
geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718, 1719	Bl.-Nr.: 1718/06, 12,18, 1719/06

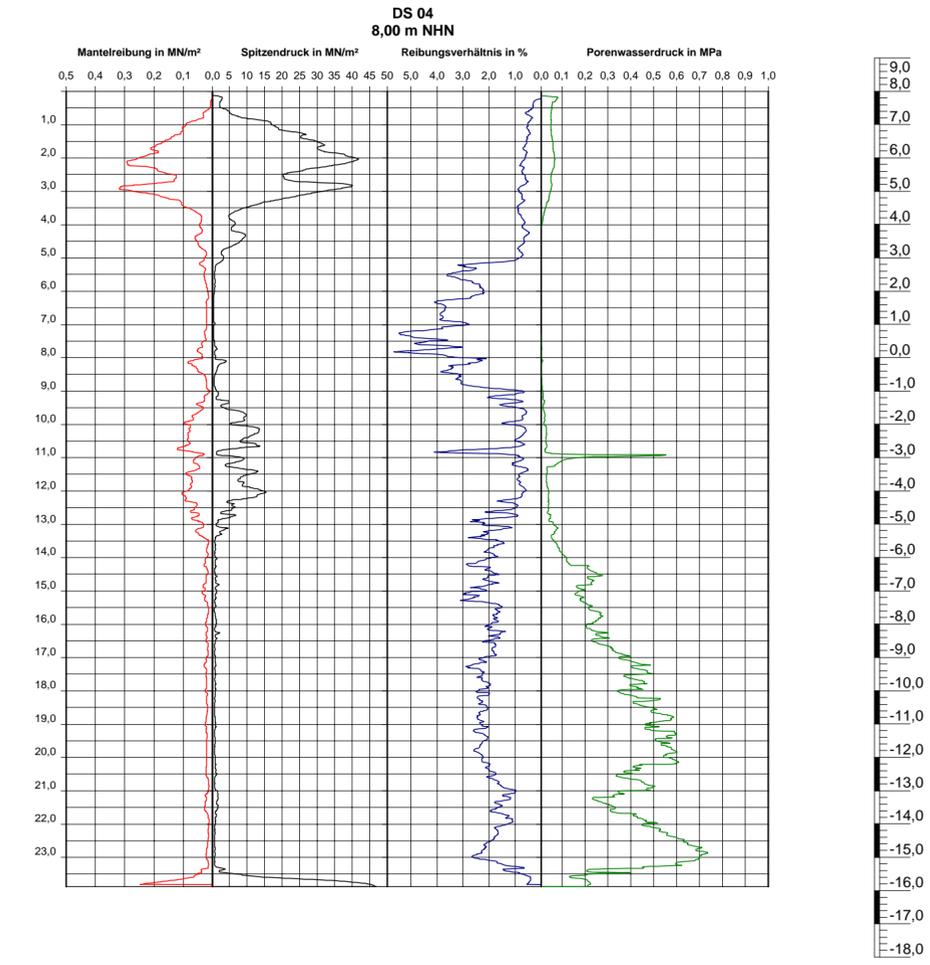
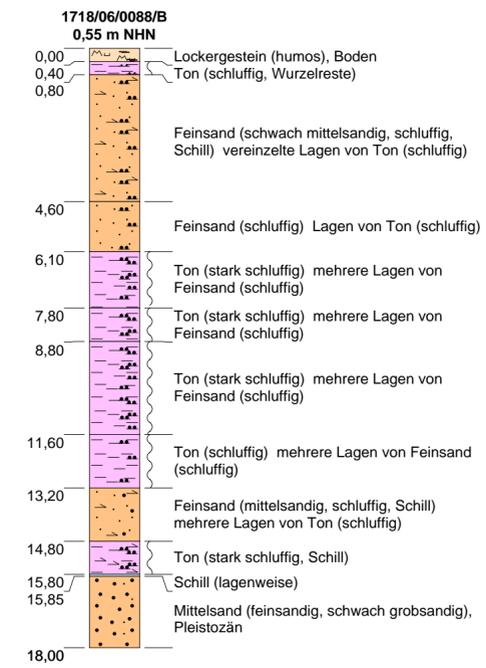
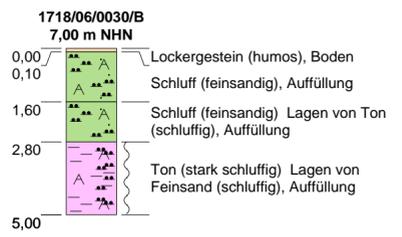
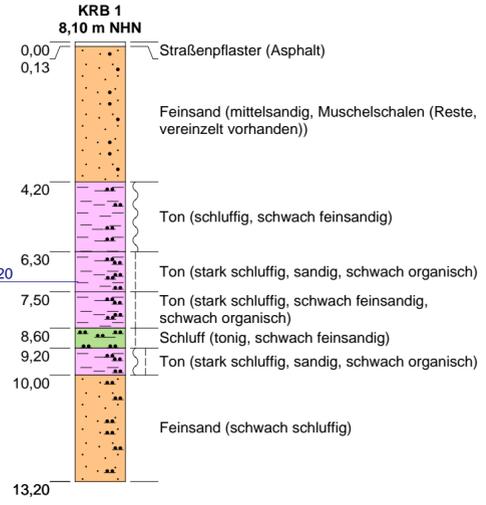
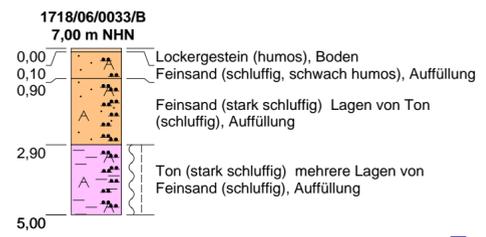
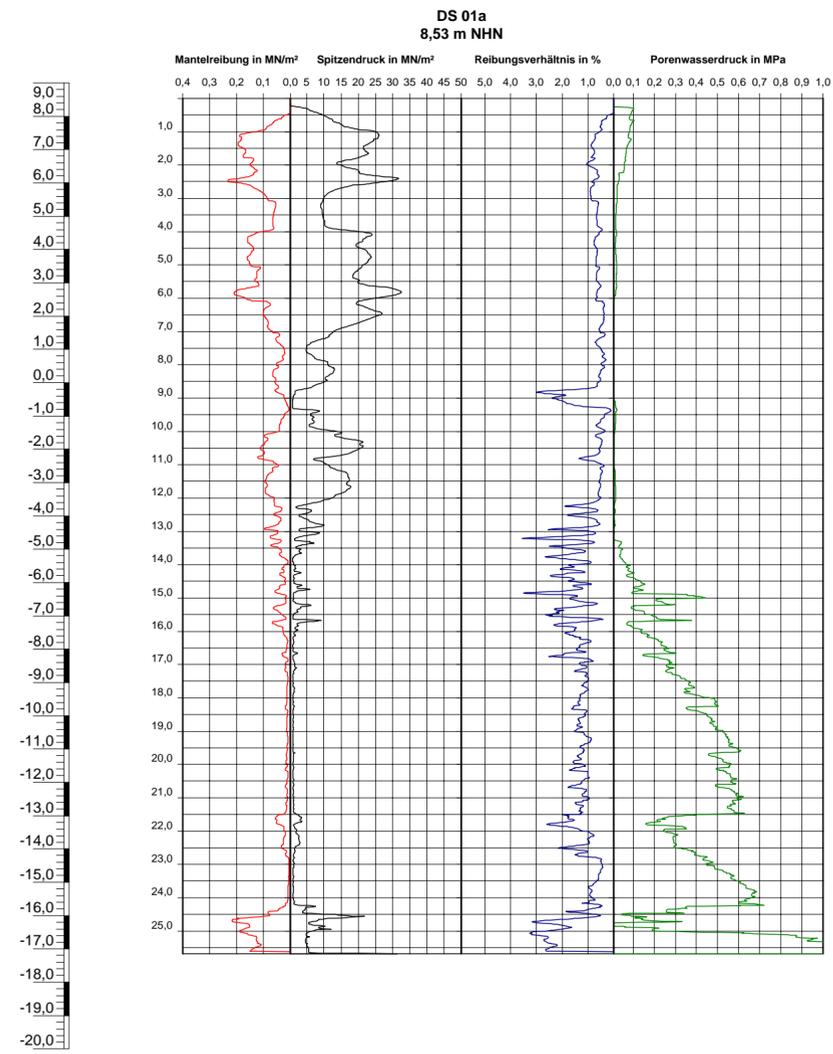


Naturschutzgebiet „Dithmarscher Eidervorland mit Wa...

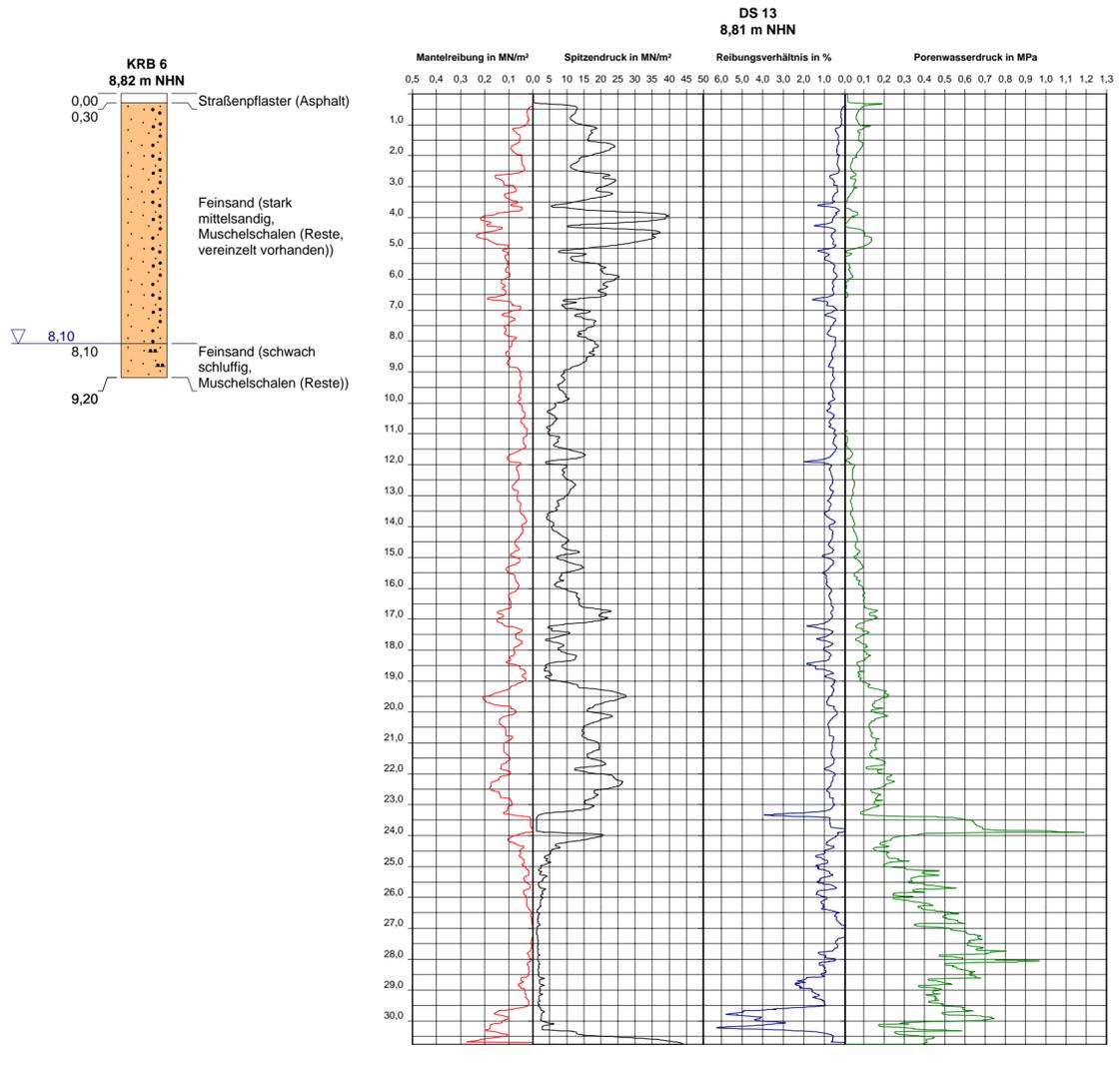
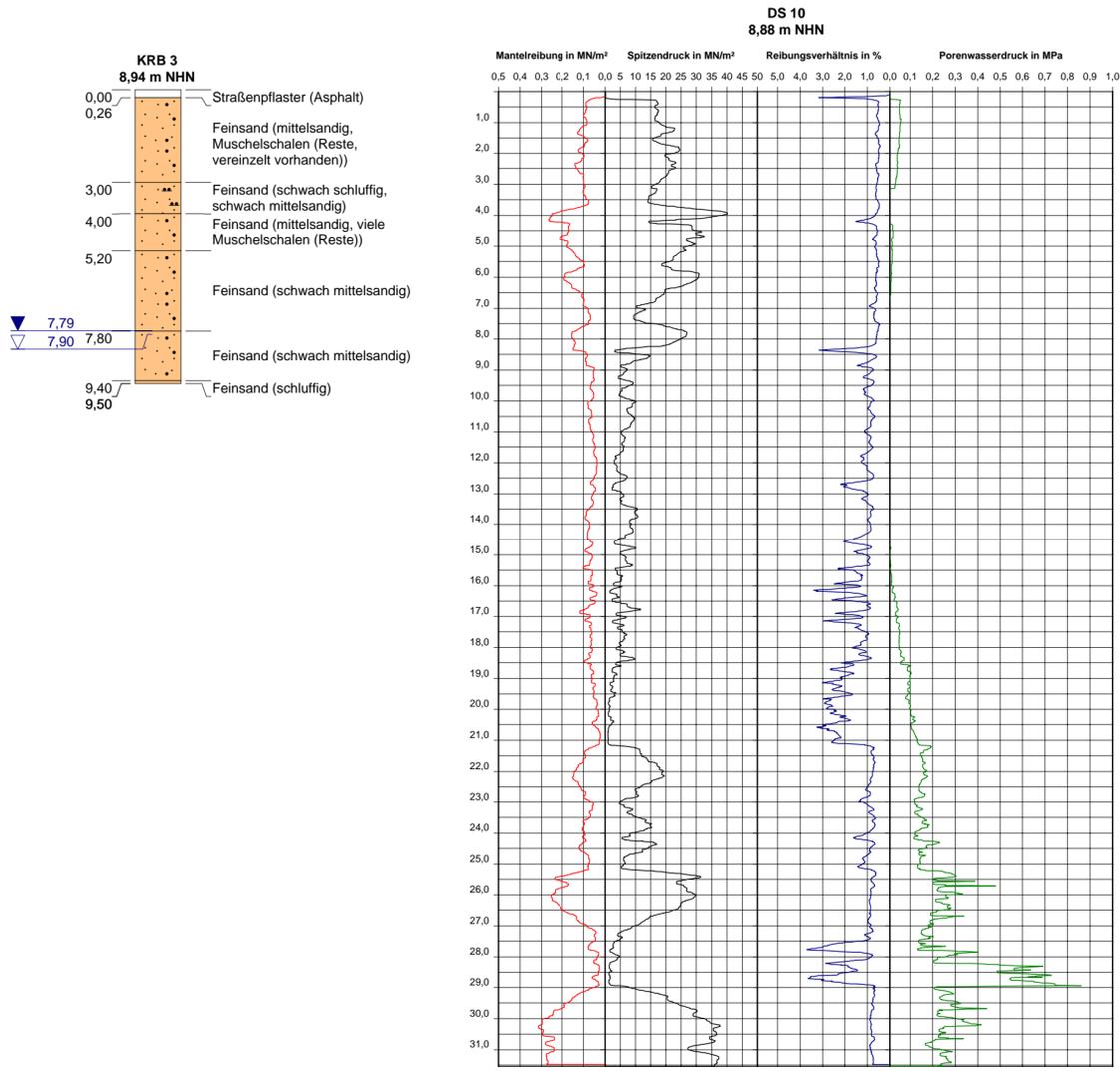
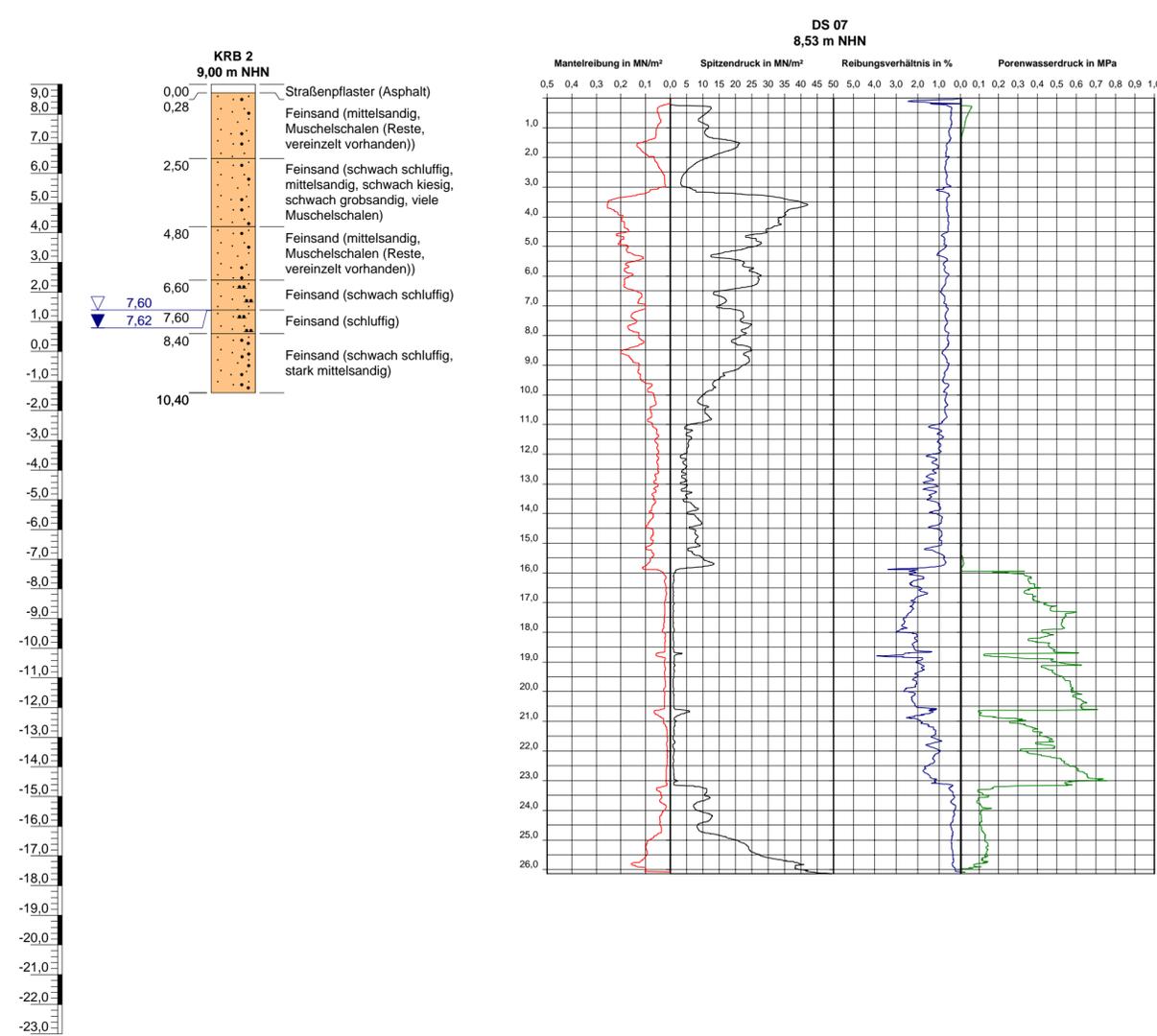
- Kleinrammborungen
- Trockenbohrungen
- ▲ Drucksondierungen
- Archivbohrungen
- Trasse
- Stationen



<b>DV Eiderabdämmung</b>		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 1.4
gefertigt: Petra Kopp	Maßstab: 1:5.000	Lageplan Station 3+600 bis 4+450
geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718, 1719	Bl.-Nr.: 1718/06, 12,18, 1719/06

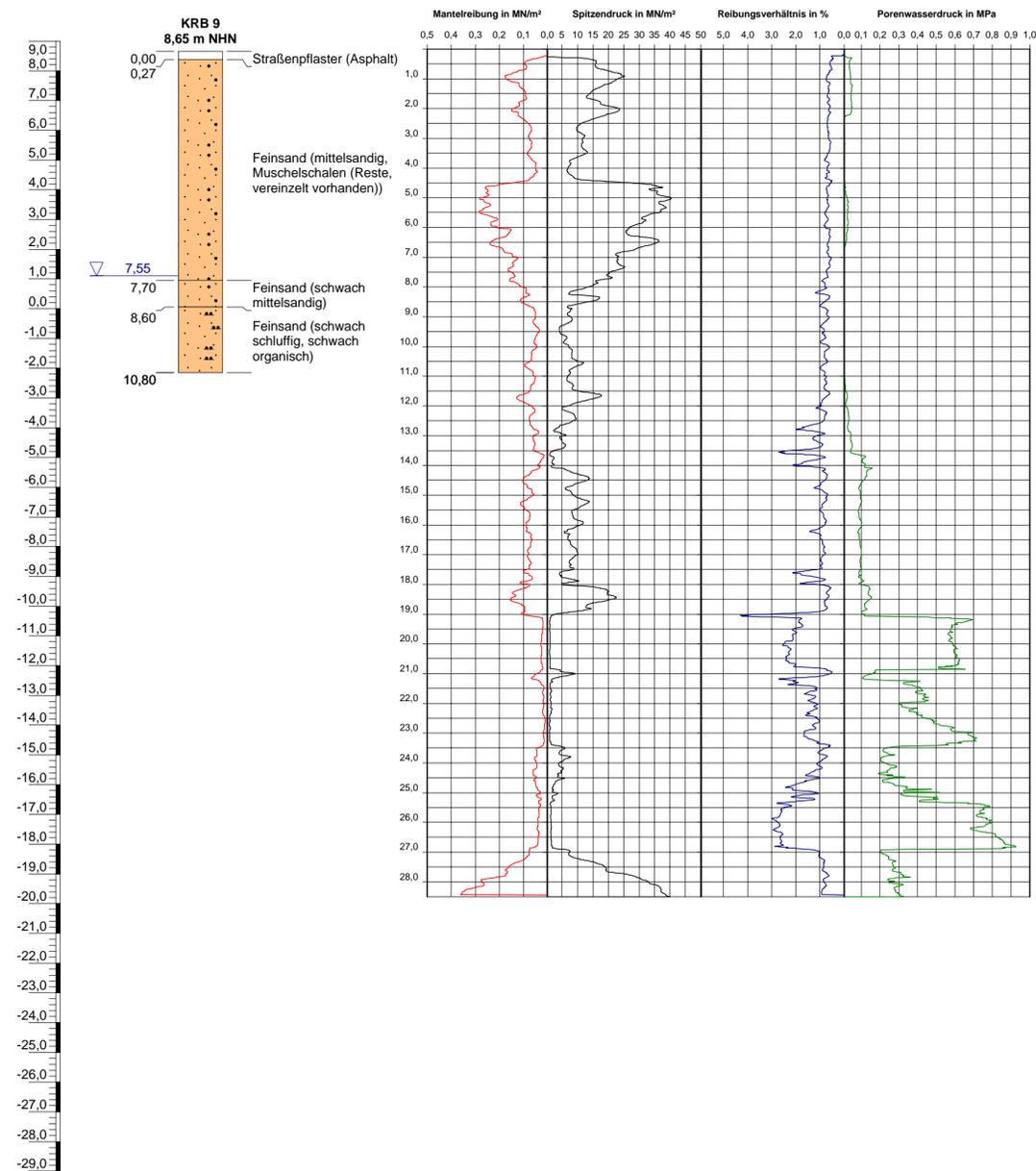


<ul style="list-style-type: none"> <li>— — steif</li> <li>—}— weich</li> <li>▼ Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung</li> </ul>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -
	Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.1		
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	
Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Bl.-Nr.: 1718/06	

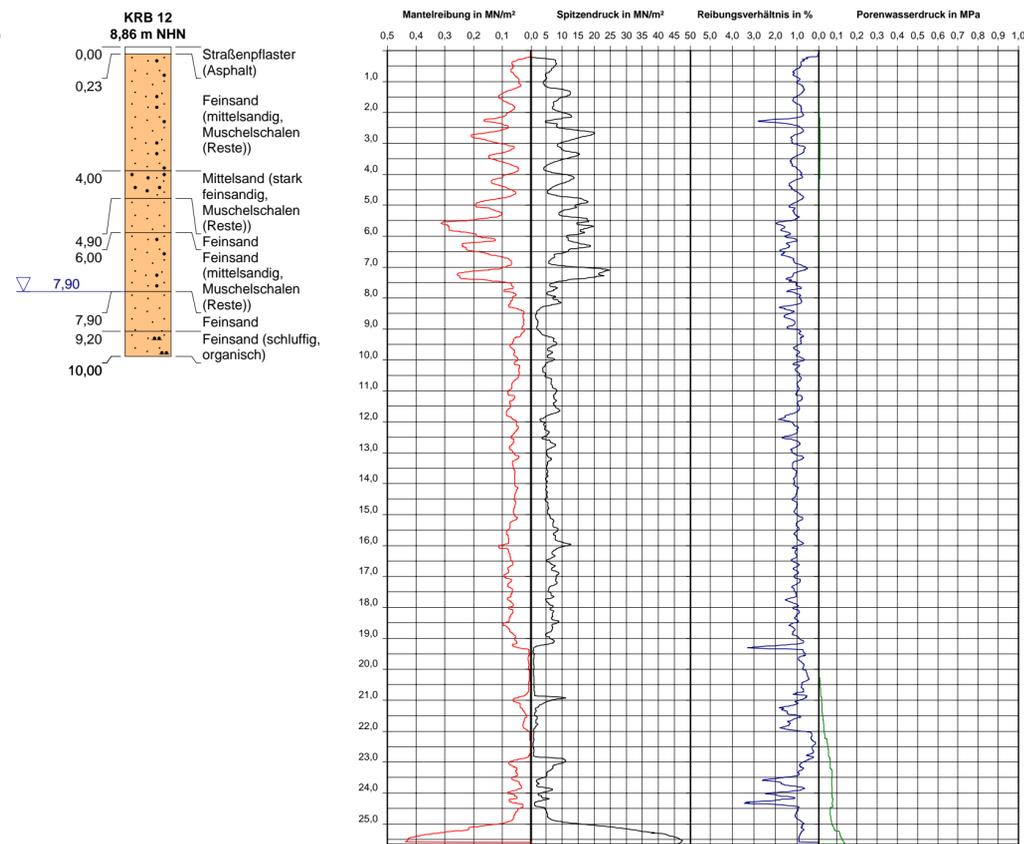


<p>▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen</p> <p>▼ Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung</p>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		<p>Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.2</p> <p>Längsschnitt Dammkrone Station 0+200 bis 1+450</p> <p>Bl.-Nr.: 1718/06</p>
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	
	Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	

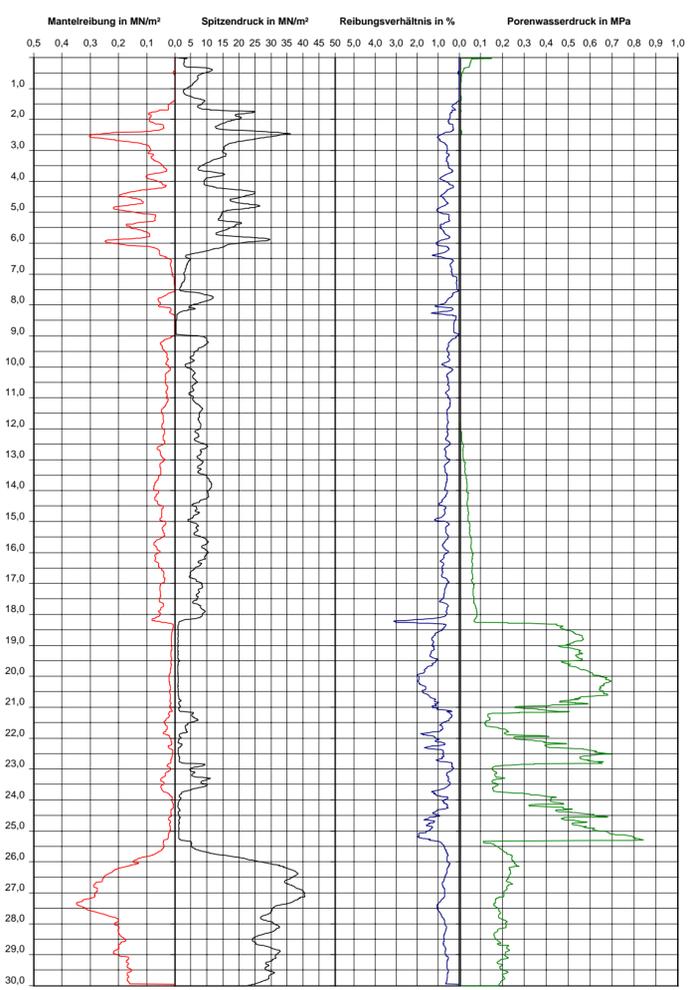
DS 16  
8,72 m NHH



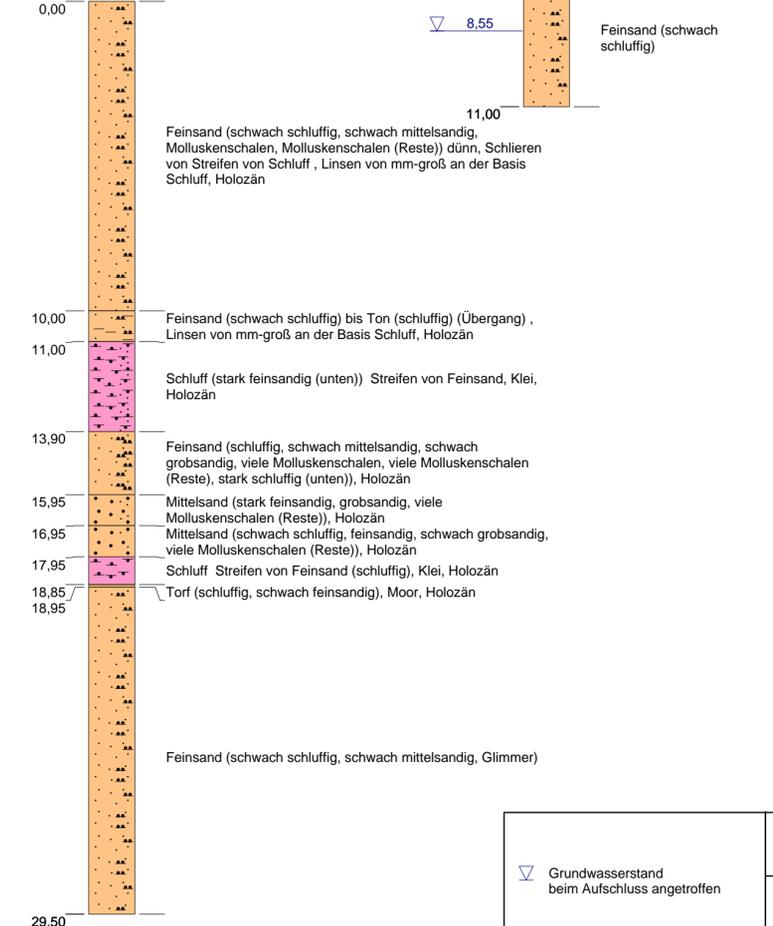
DS 19  
8,74 m NHH



DS 22  
8,51 m NHH

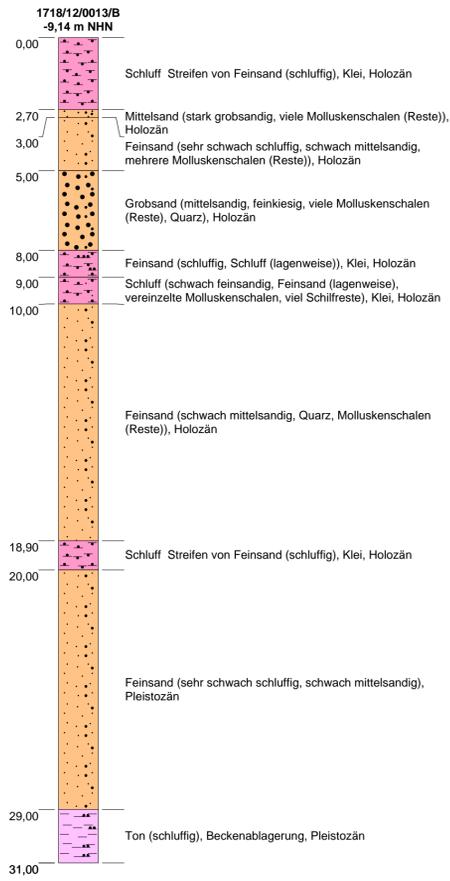
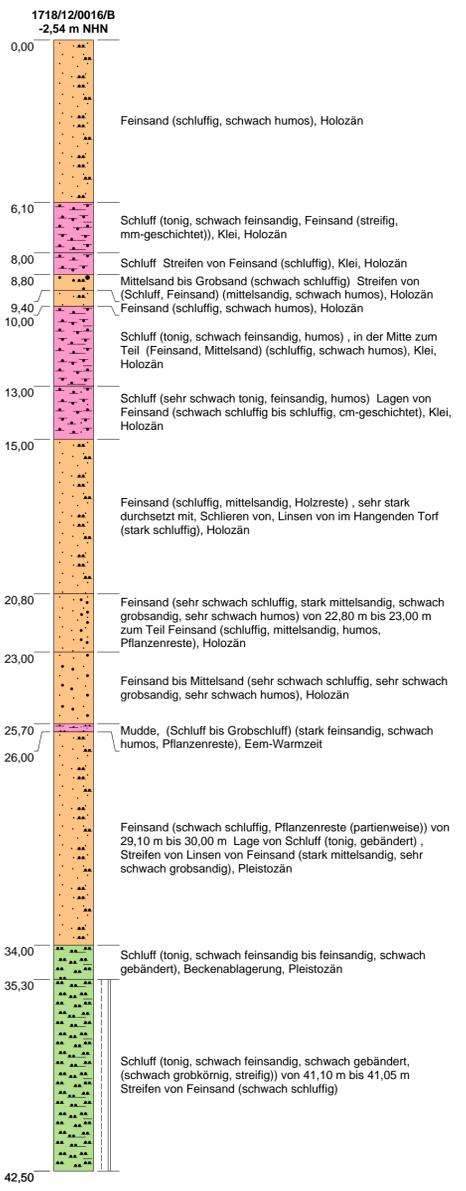
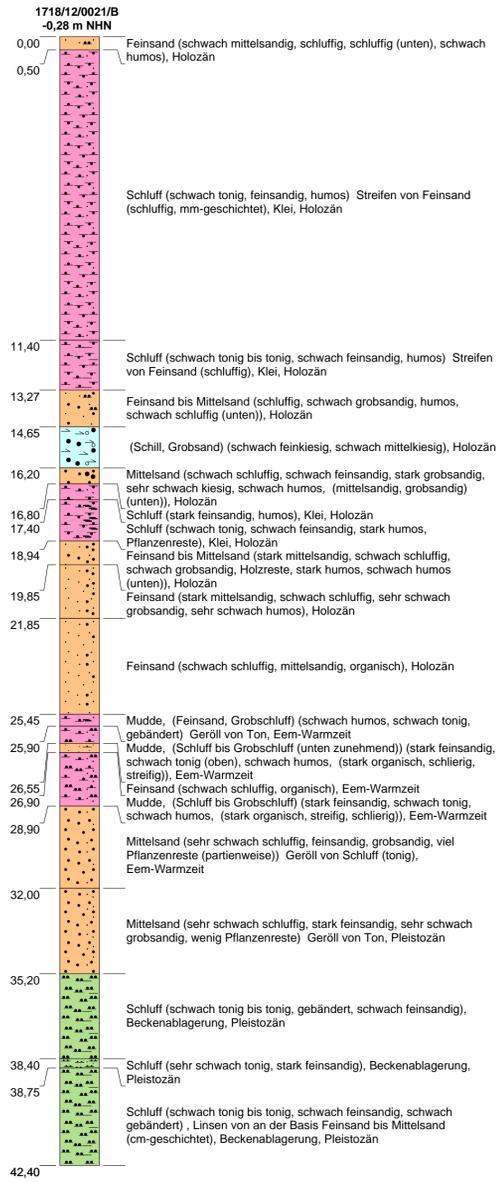
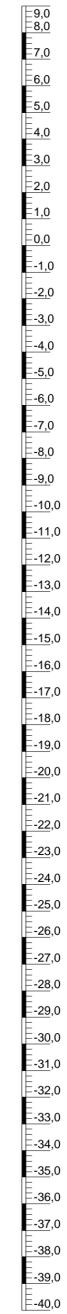
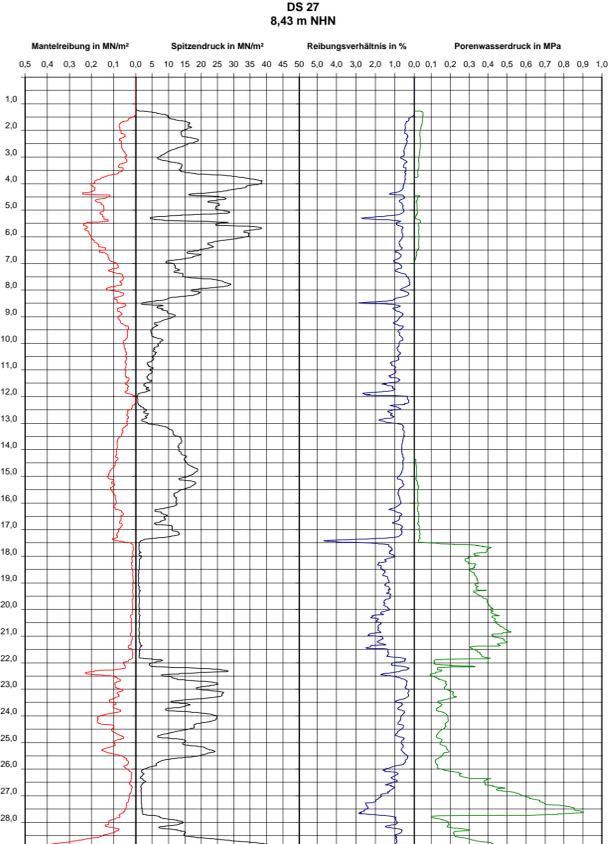
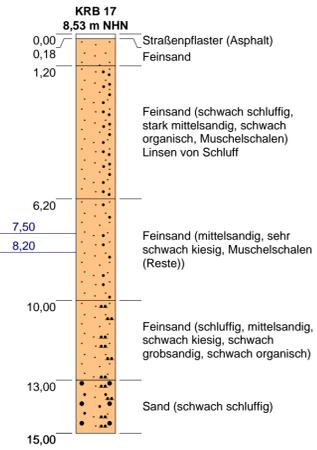
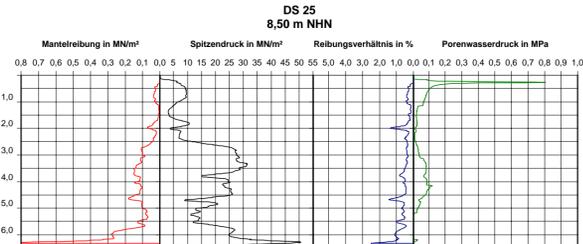
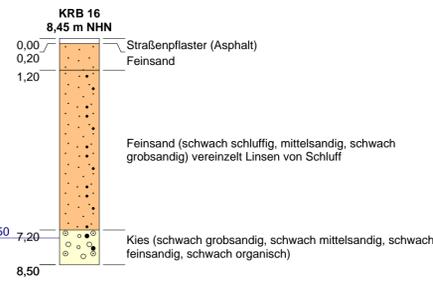
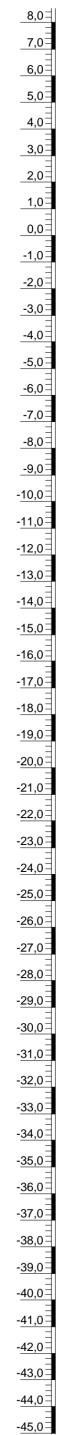


1718/12/0023/B  
0,89 m NHH

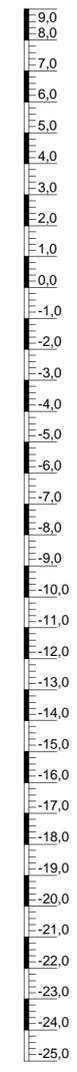
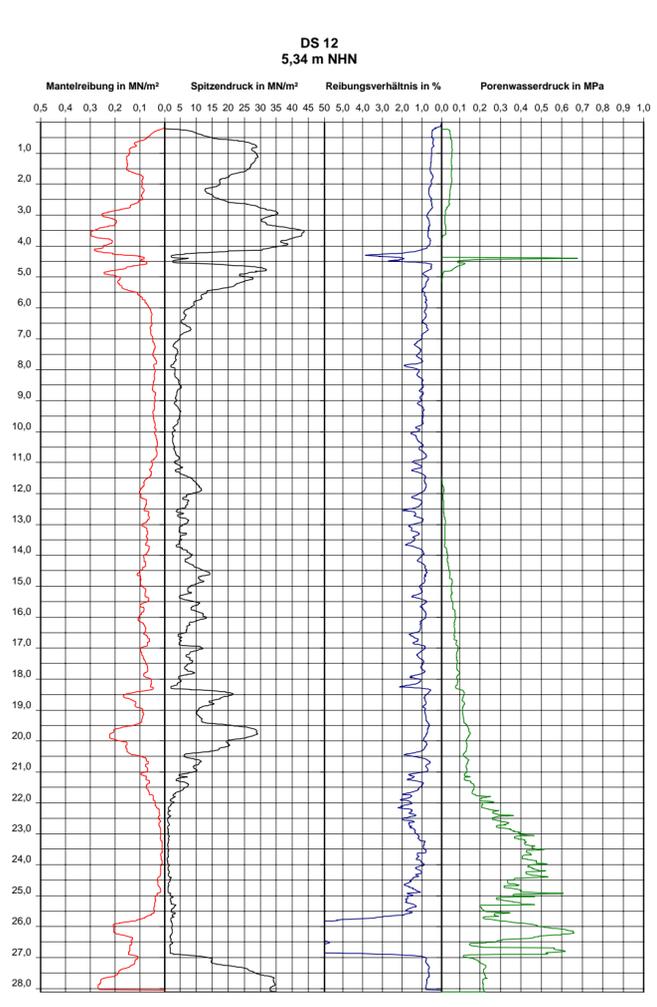
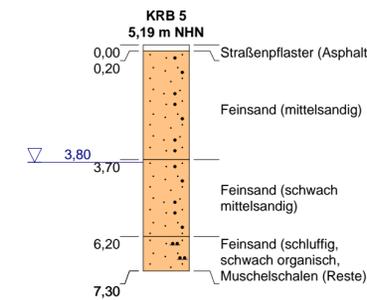
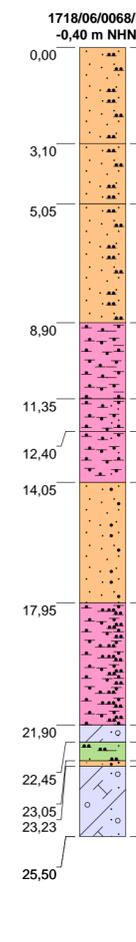
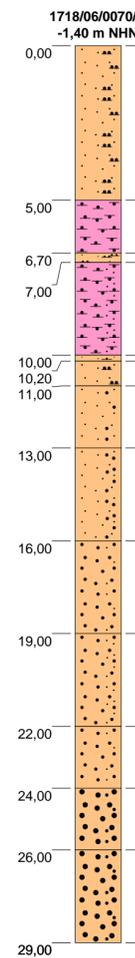
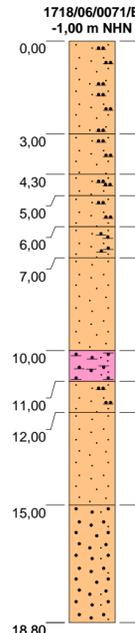
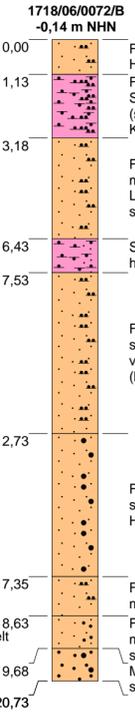
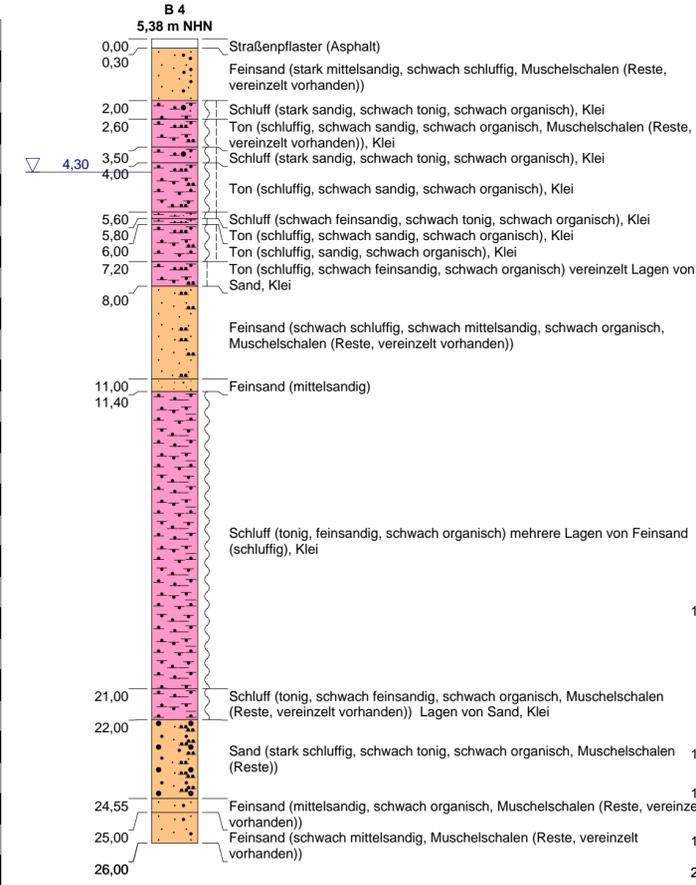


▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen

		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.3	
		Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1:150
Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718,1719	Bl.-Nr.: 1718/06, 1718/12, 1719/06	

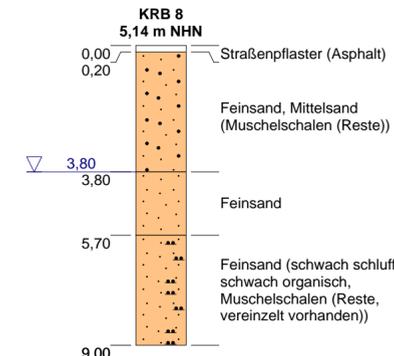
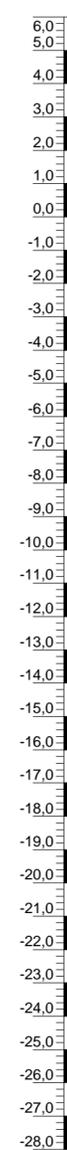


<ul style="list-style-type: none"> <li>— fest</li> <li>- - - steif</li> <li>▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen</li> <li>▽ Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung</li> </ul>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst
	Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.4		
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	Längsschnitt Dammkrone Station 3+600 bis 4+300
	Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Bl.-Nr.: 1718/12

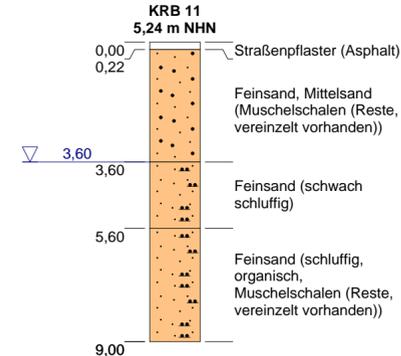
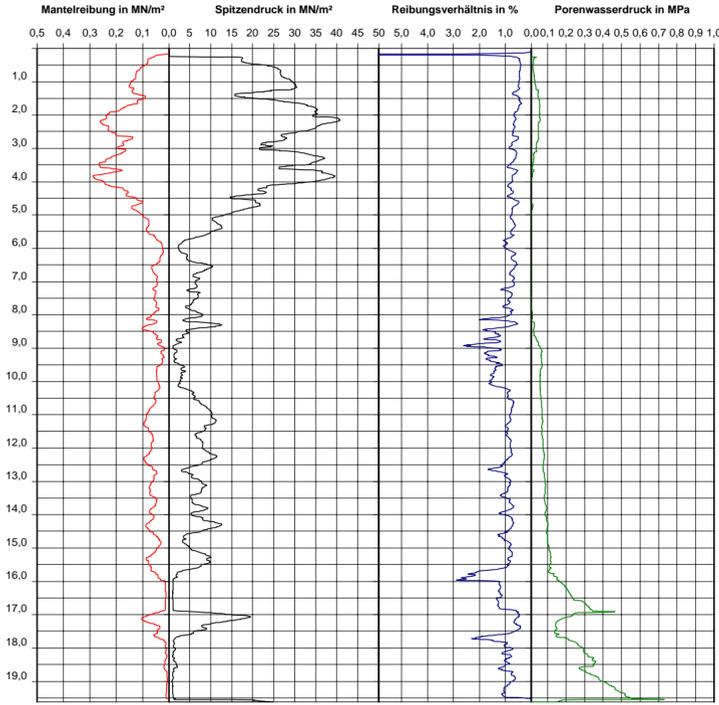


- weich
- steif
- ▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen
- ▼ Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung

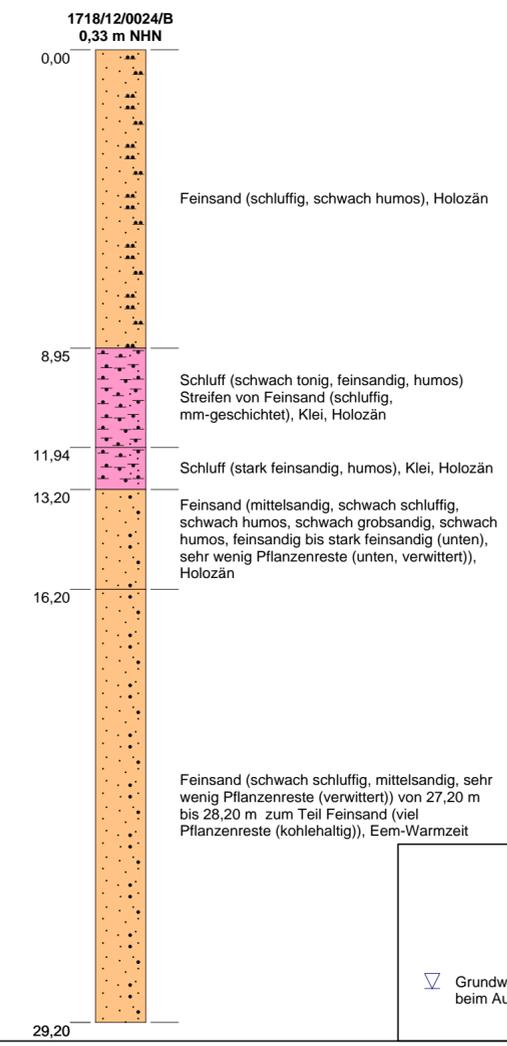
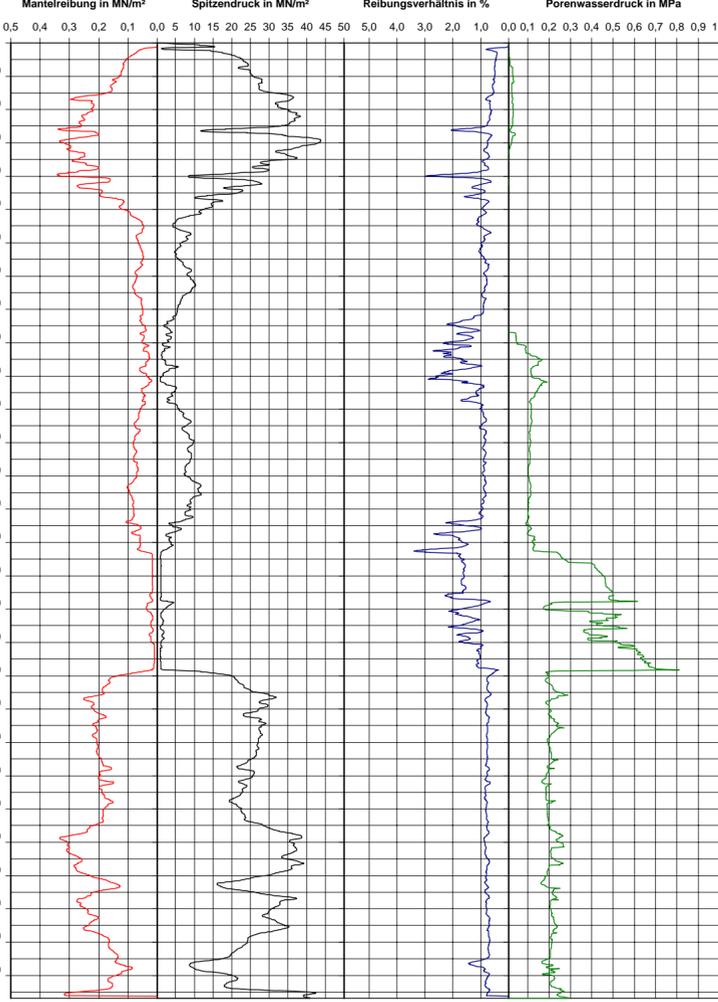
<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -
Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	
Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.5 Längsschnitt Mitte Außenböschung Station 0-050 bis 1+200 Bl.-Nr.: 1718/06



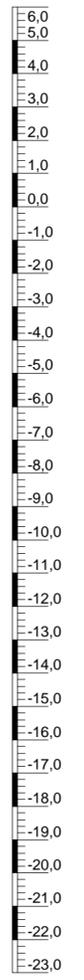
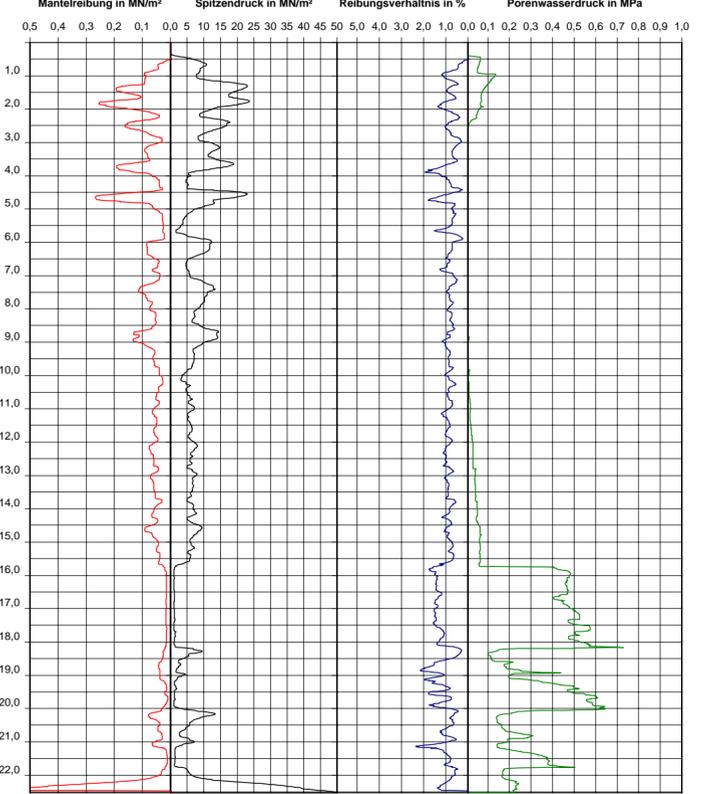
**DS 15**  
5,05 m NHN



**DS 18**  
5,22 m NHN

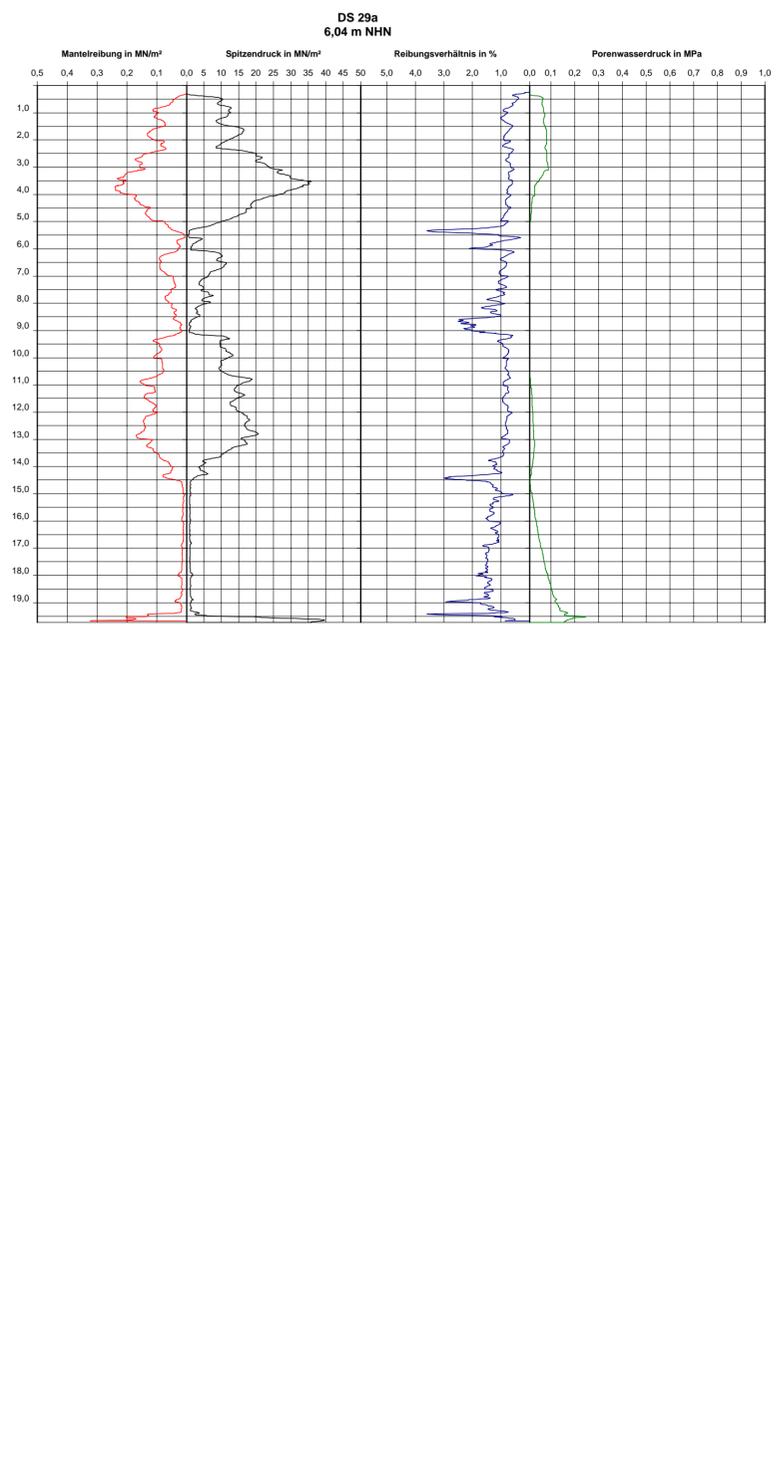
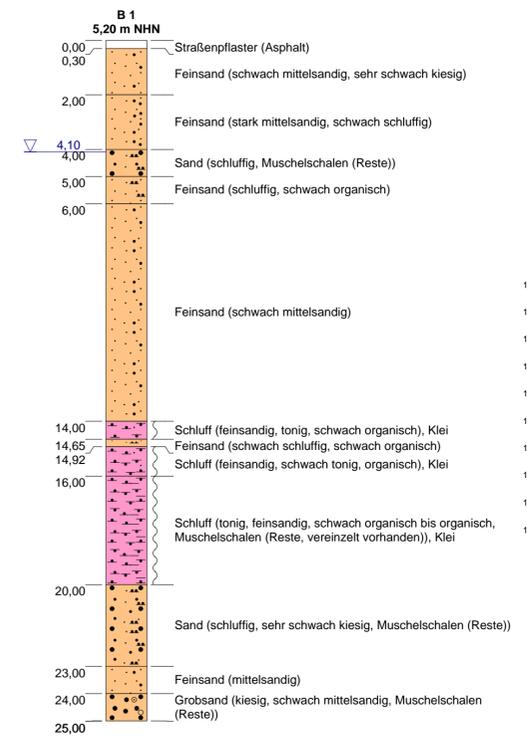
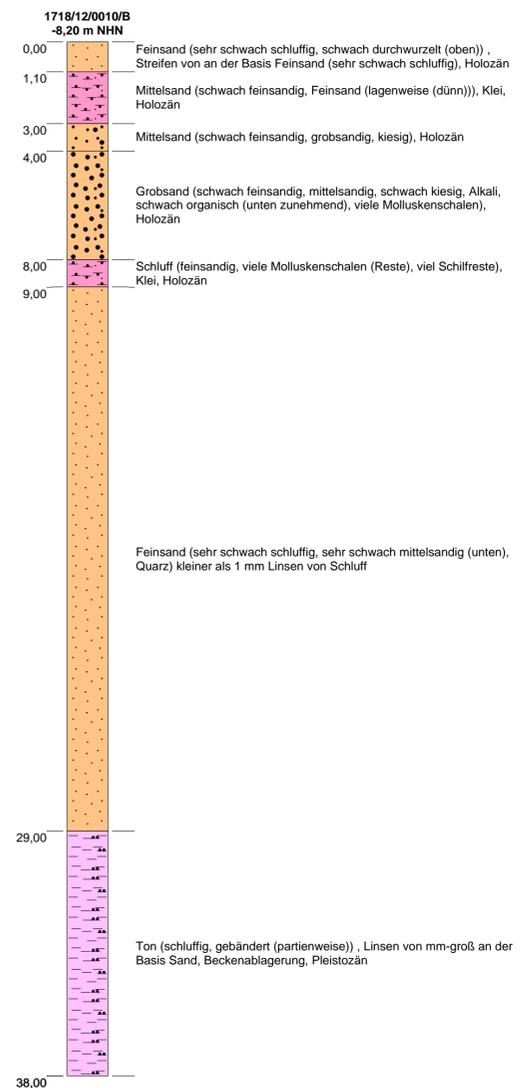
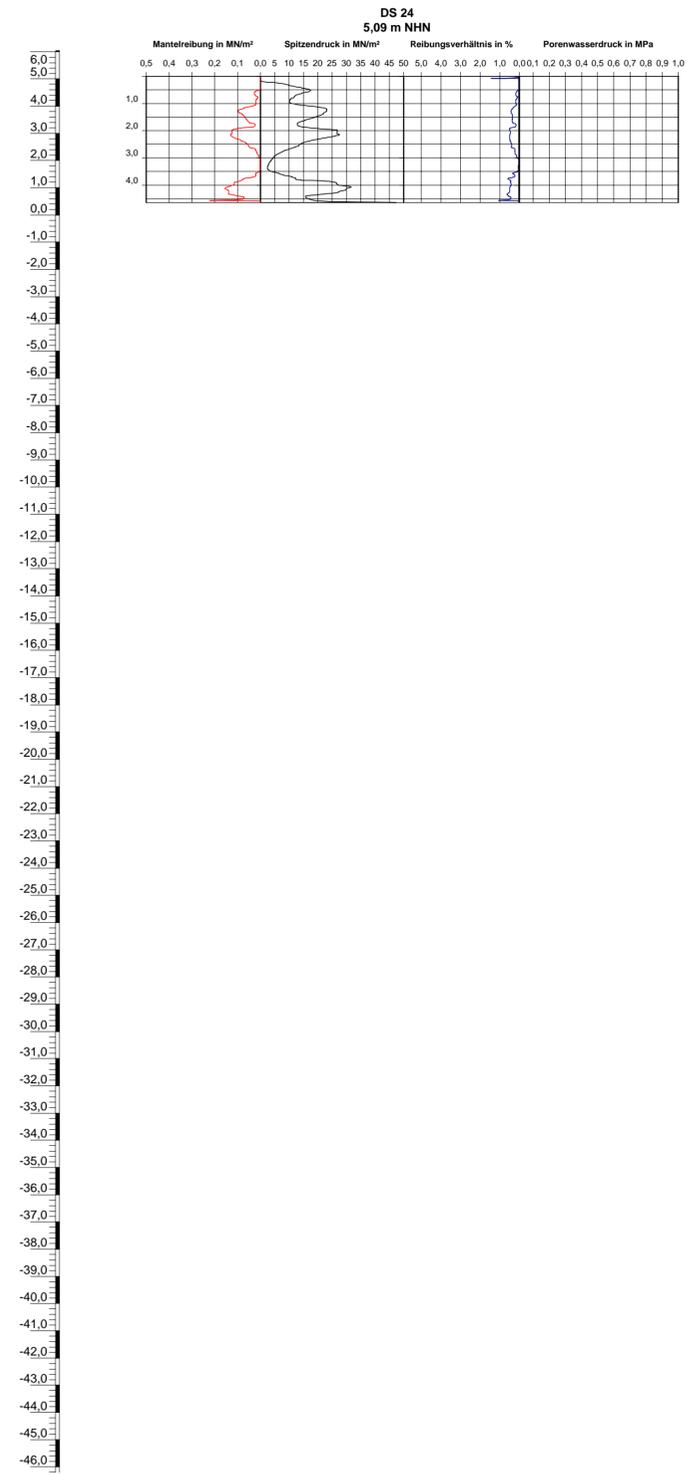


**DS 21**  
5,80 m NHN

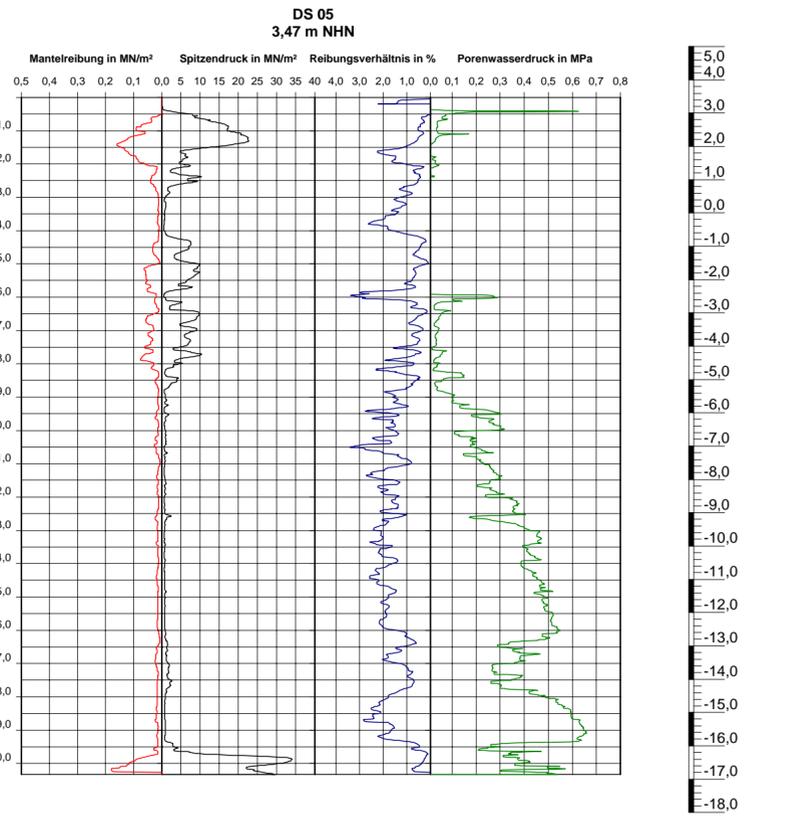
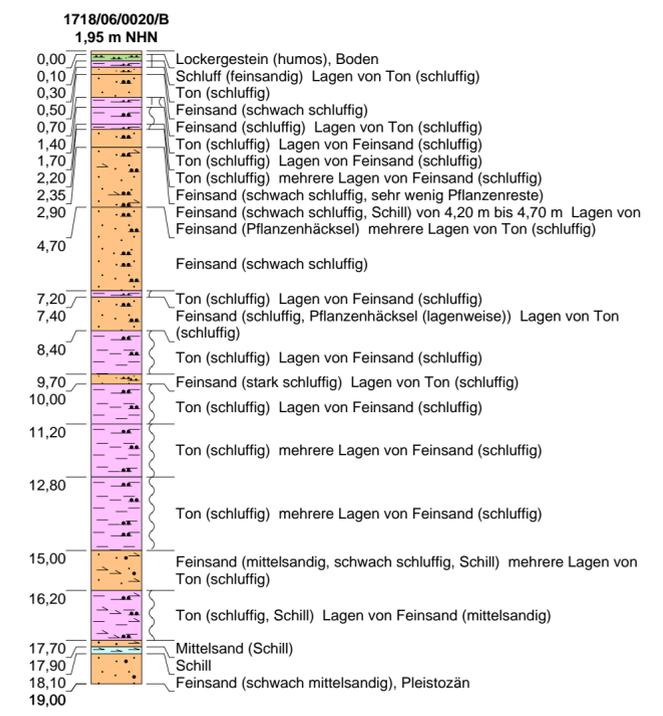
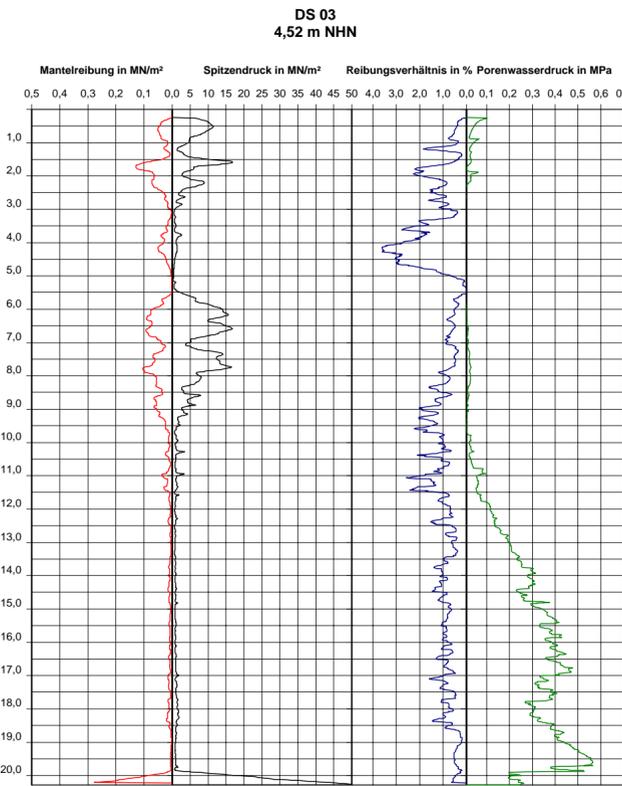
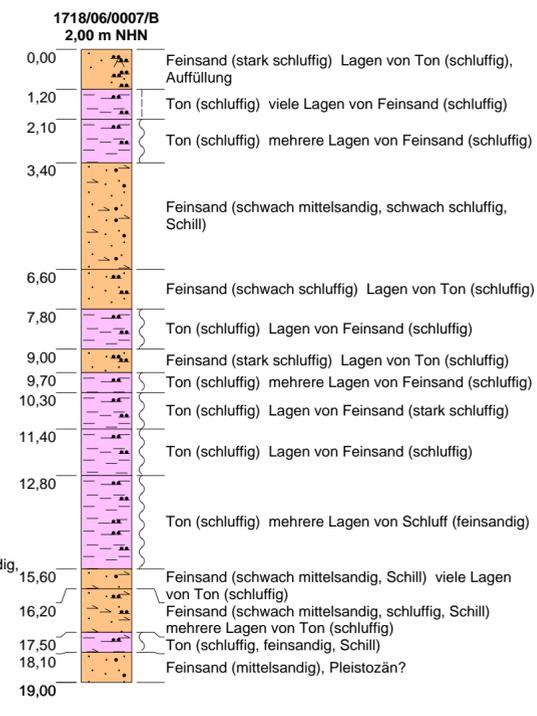
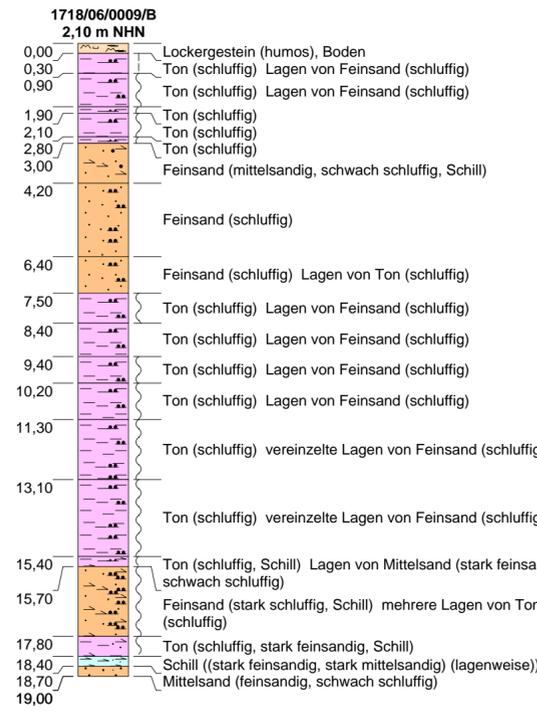
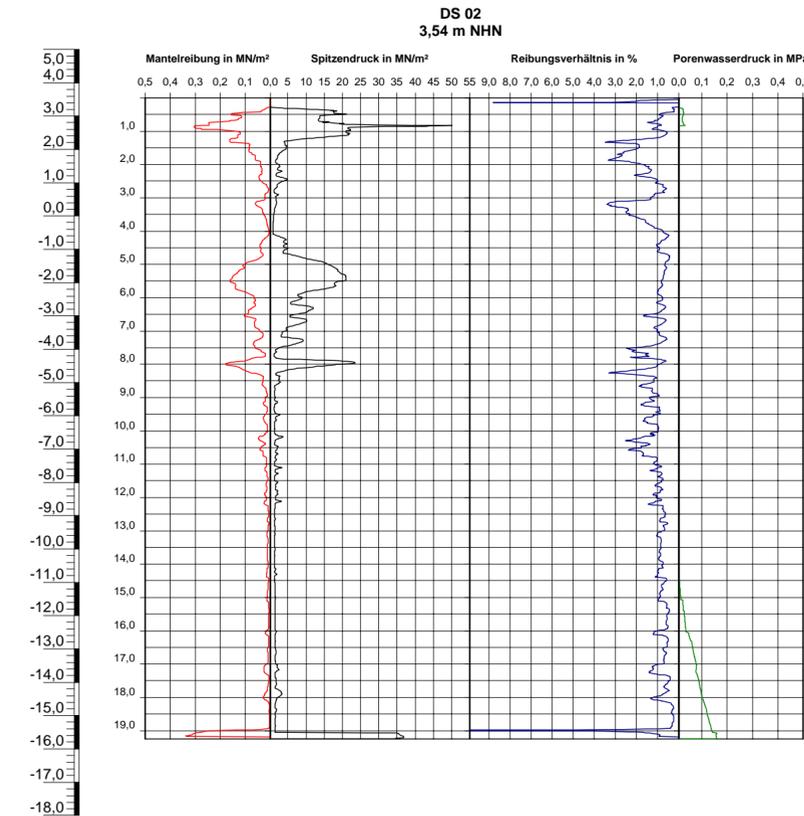


▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen

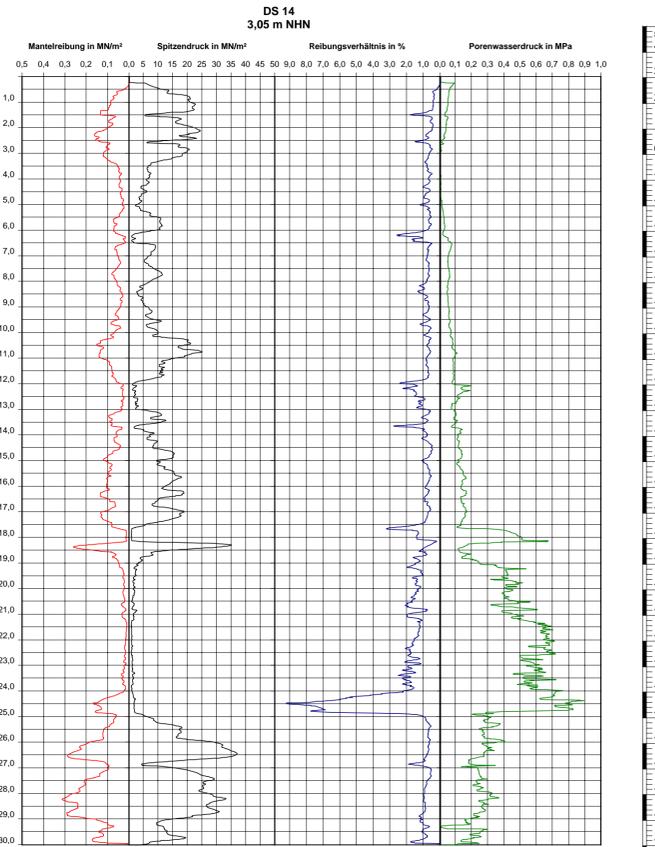
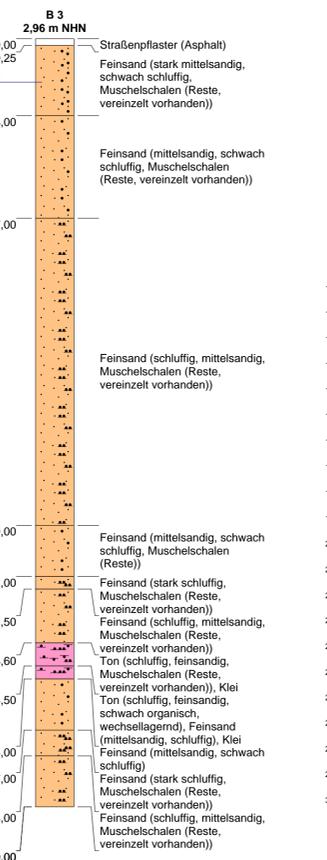
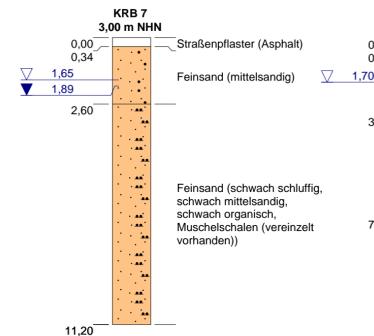
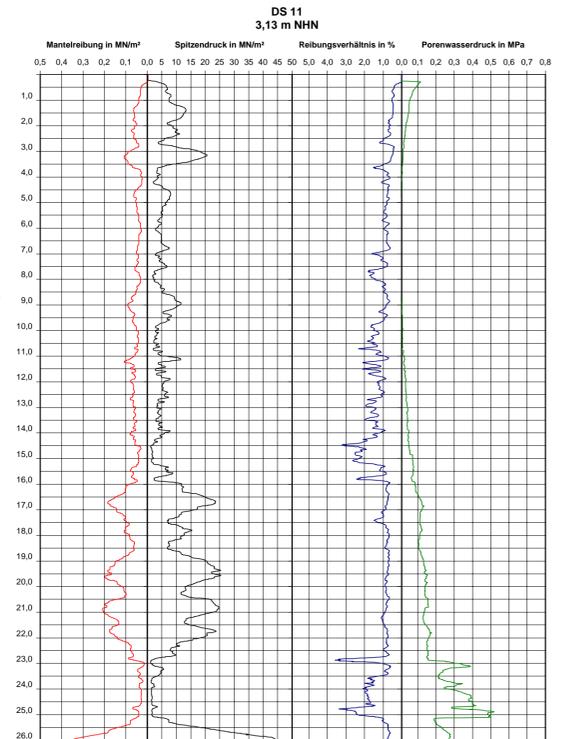
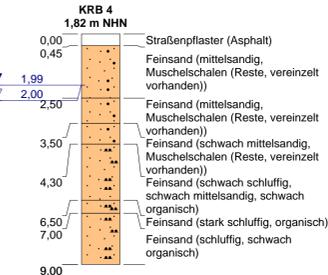
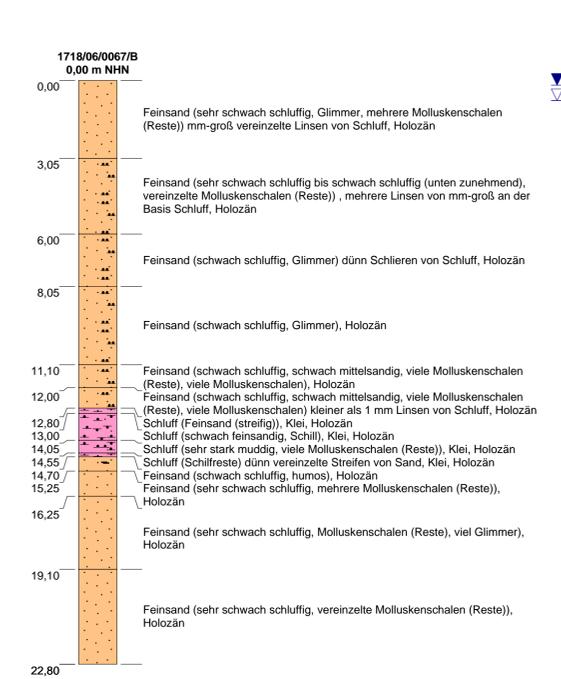
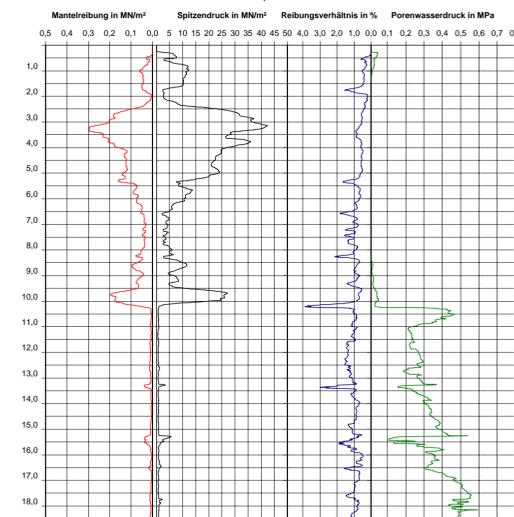
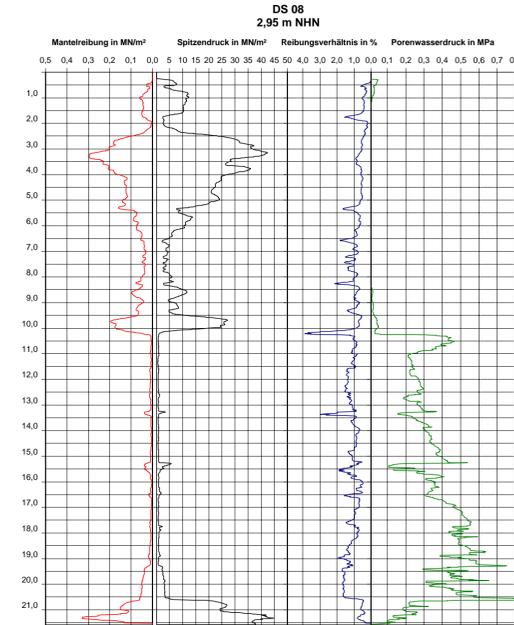
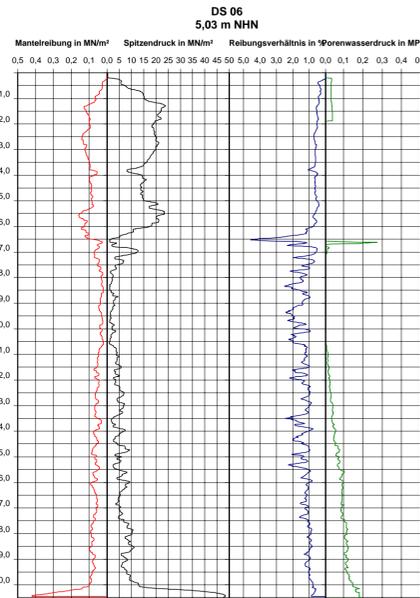
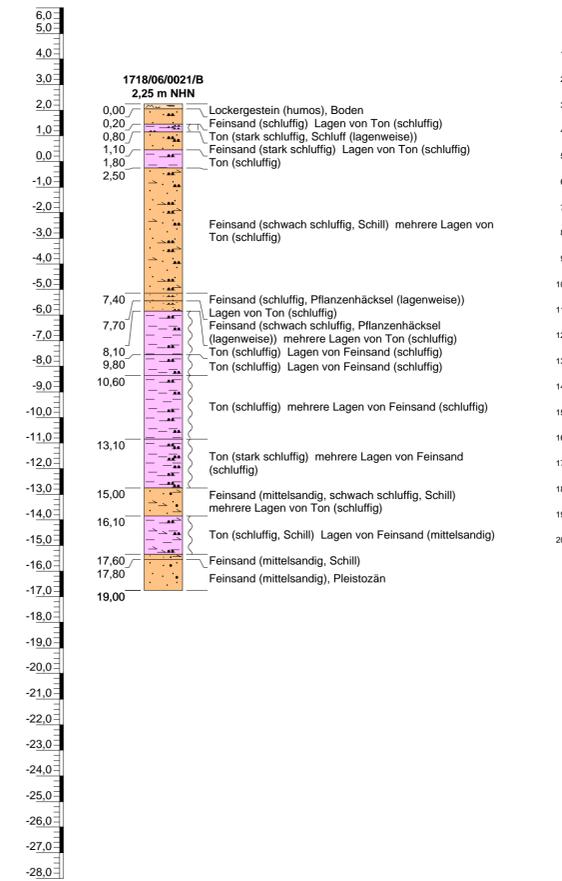
<p><b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b></p>		
<p>Gefertigt: Petra Kopp</p>	<p>Maßstab d.H.: 1: 150</p>	<p>Längsschnitt Mitte Außenböschung Station 1+450 bis 2+700</p>
<p>Geprüft: Dr. Delphine Croizé</p>	<p>TK 25: 1718</p>	<p>Bl.-Nr.: 1718/06, 1718/12</p>



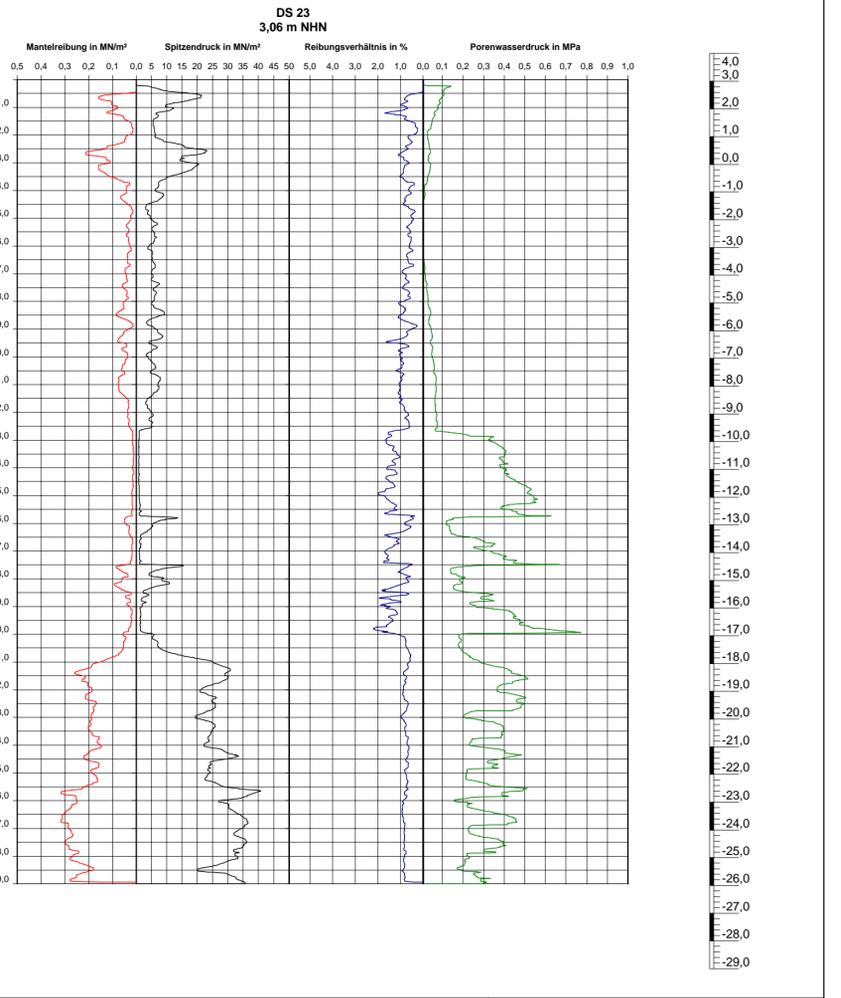
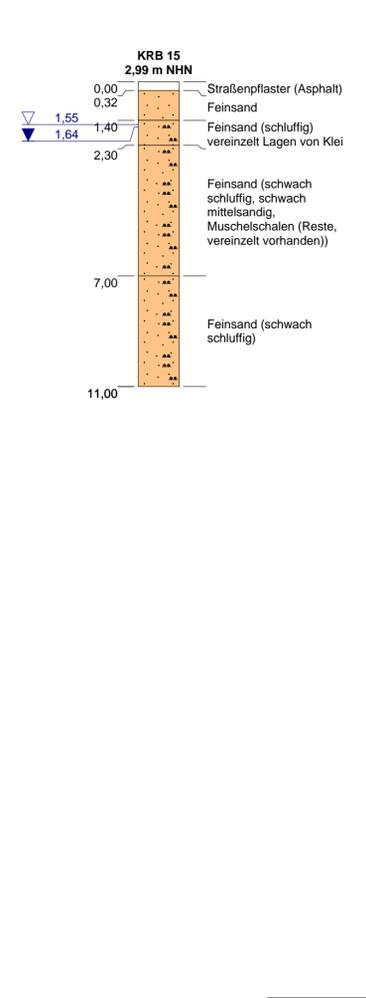
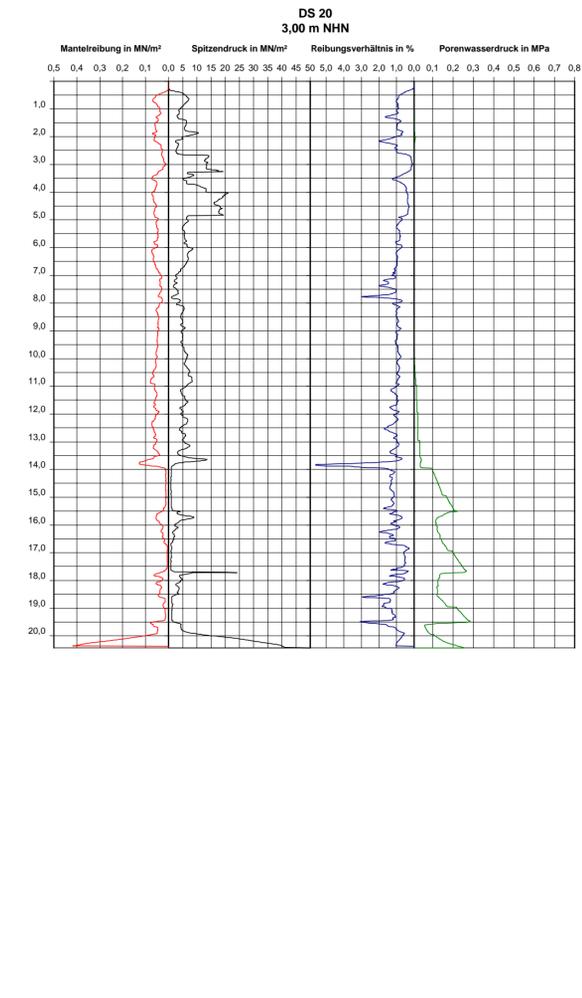
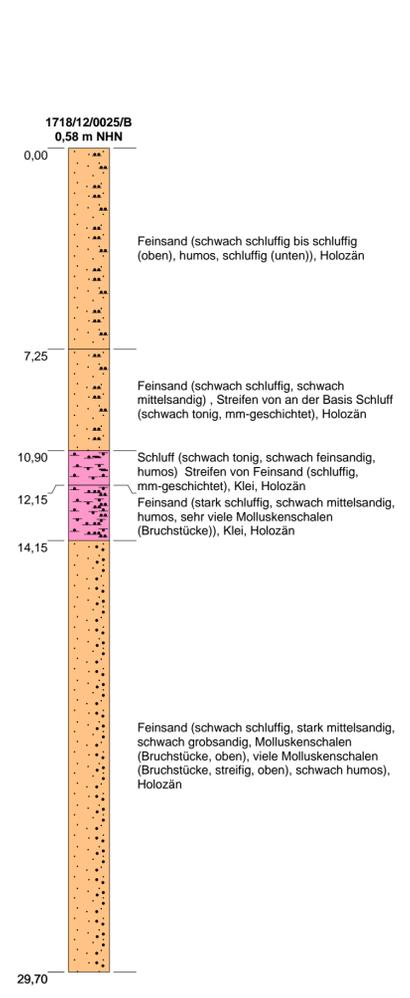
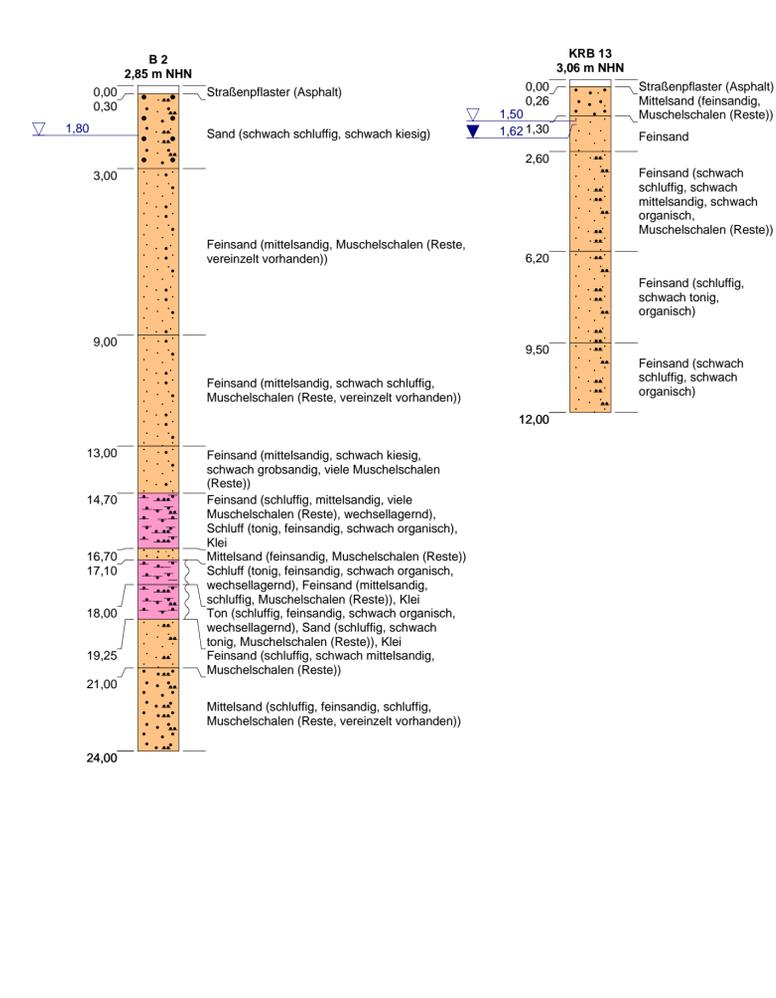
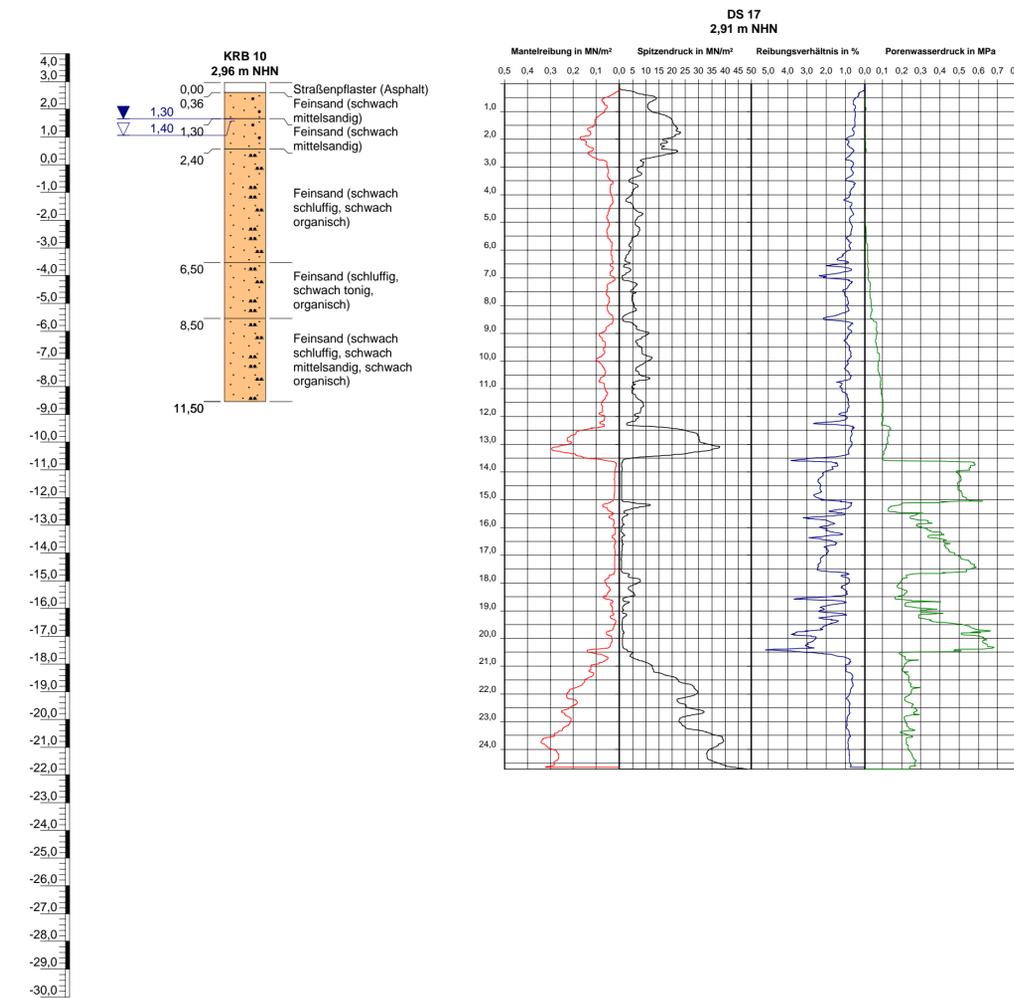
} weich ▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -	
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.7
	Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718		Längsschnitt Mitte Außenböschung Station 3+600 bis 4+450 Bl.-Nr.: 1718/12, 1718/18



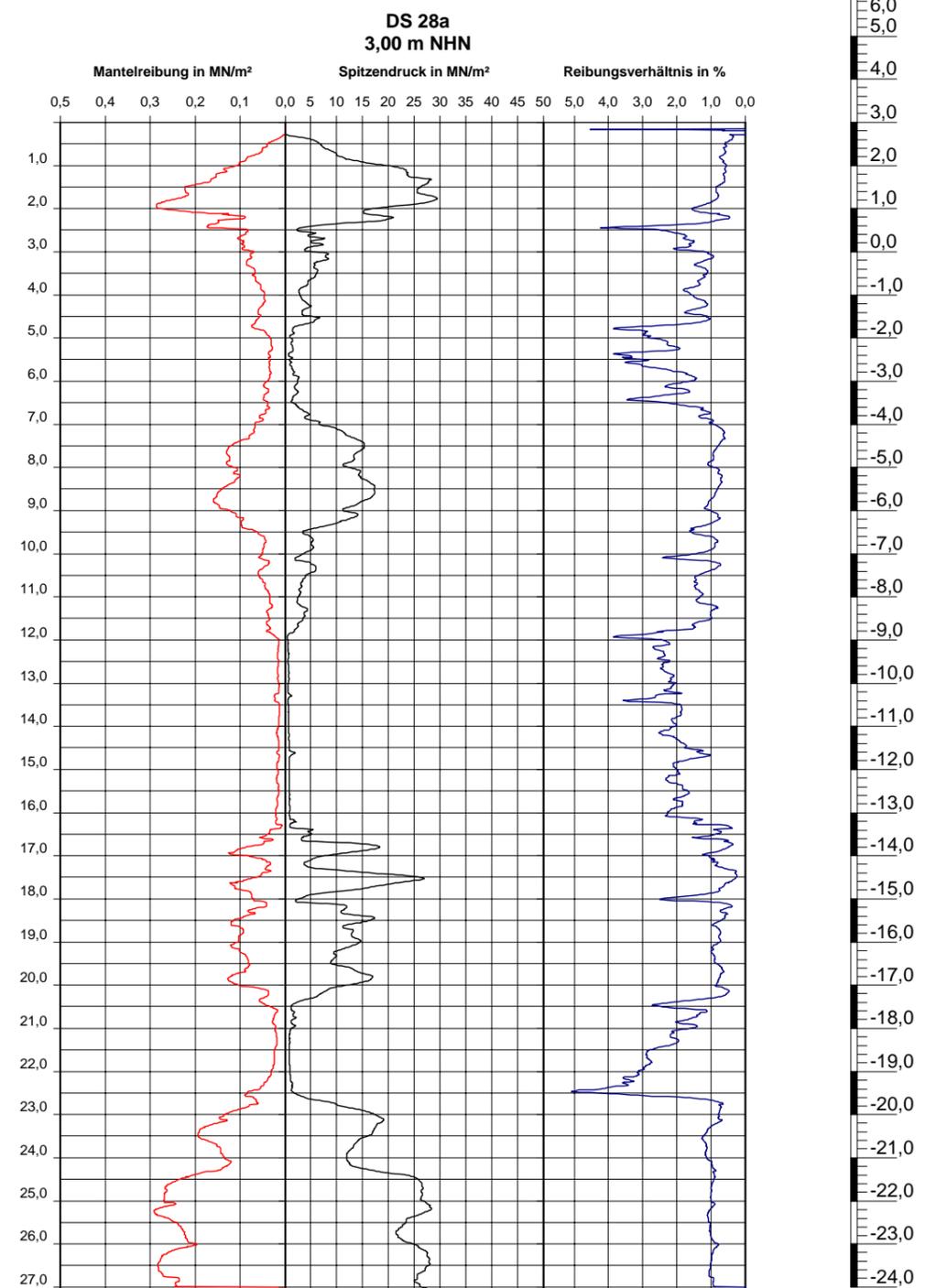
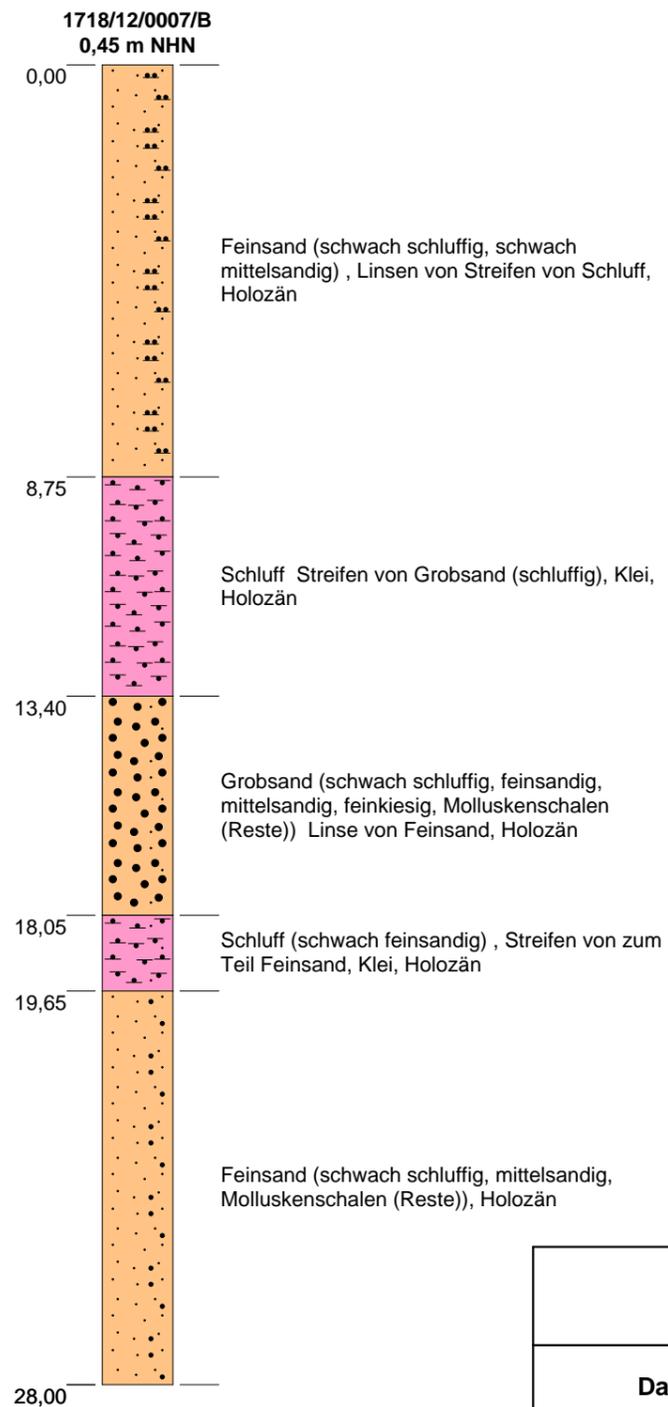
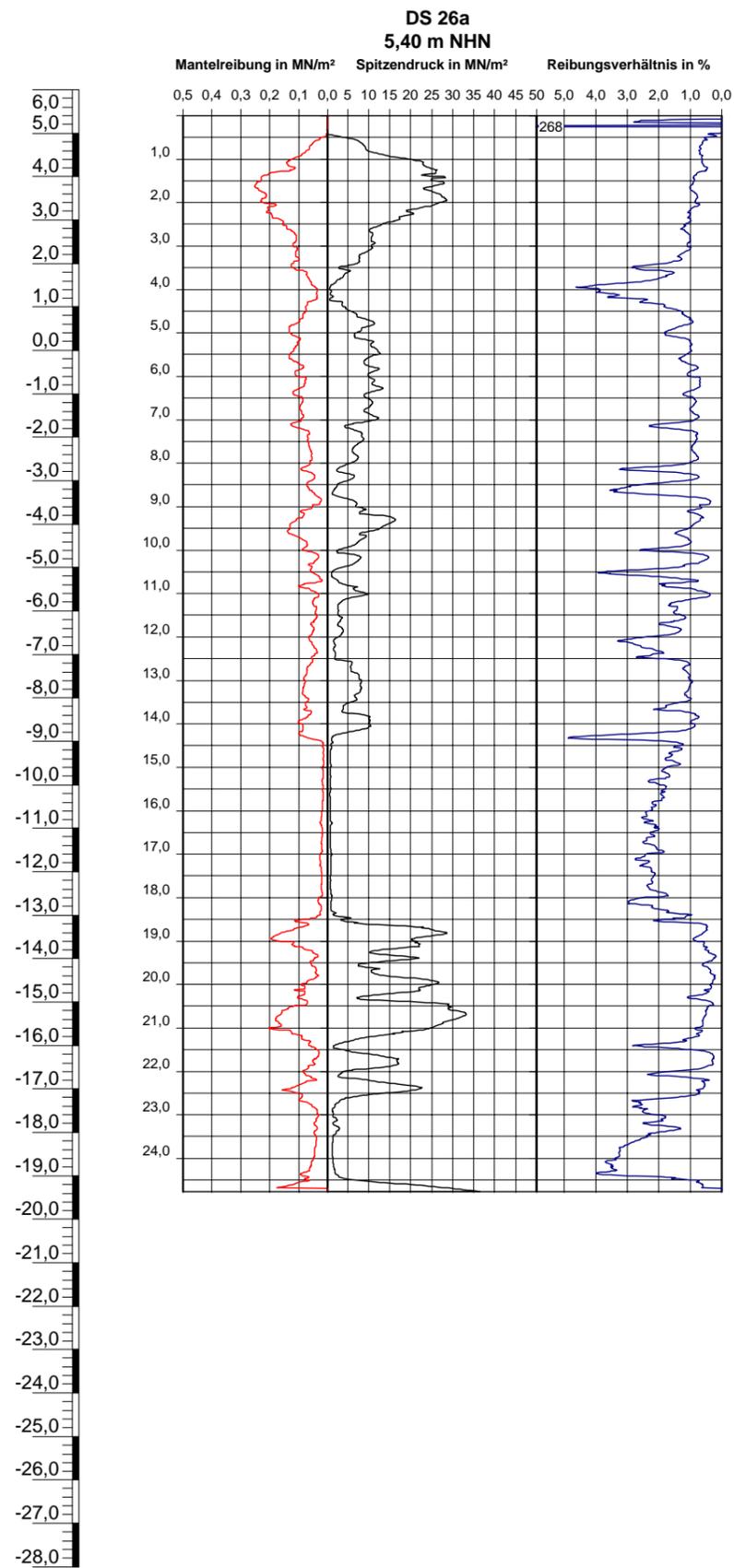
} weich   steif	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.8
	Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Längsschnitt Ende Außenböschung Station 0-550 bis 0-050 Bl.-Nr.: 1718/06



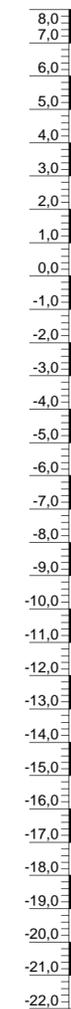
<ul style="list-style-type: none"> <li>— weich</li> <li>— steif</li> <li>▽ Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen</li> <li>▼ Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung</li> </ul>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -
	Gefertigt: Petra Kopp Geprüft: Dr. Delphine Croizé	Maßstab d.H.: 1: 150 TK 25: 1718	



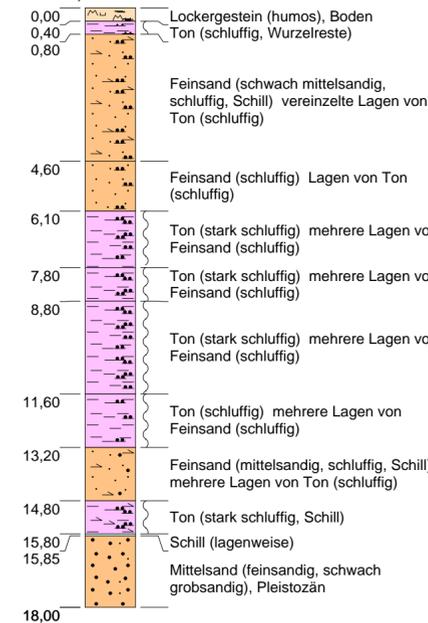
<ul style="list-style-type: none"> <li>weich</li> <li>Grundwasserstand beim Aufschluss angetroffen</li> <li>Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung</li> </ul>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>			
	Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.10
	Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718, 1719		Längsschnitt Ende Außenböschung Station 1+700 bis 2+950 Bl.-Nr.: 1718/06, 1718/12, 1719/06



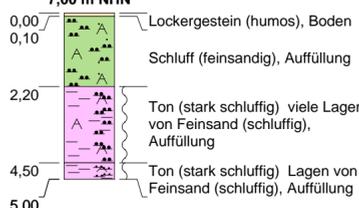
<p><b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b></p>		<p>Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -</p>
<p>Gefertigt: Petra Kopp</p>	<p>Maßstab d.H.: 1: 150</p>	<p>Längsschnitt Ende Außenböschung Station 4+150 bis 4+300</p>
<p>Geprüft: Dr. Delphine Croizé</p>	<p>TK 25: 1718</p>	<p>Bl.-Nr.: 1718/12</p>



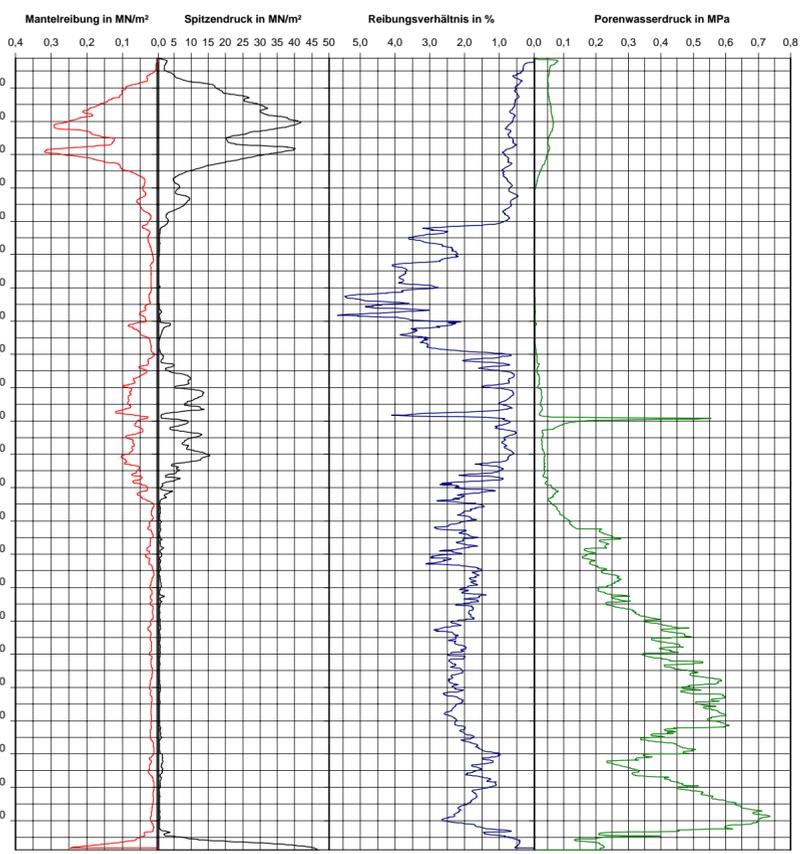
**1718/06/0088/B**  
0,55 m NHH



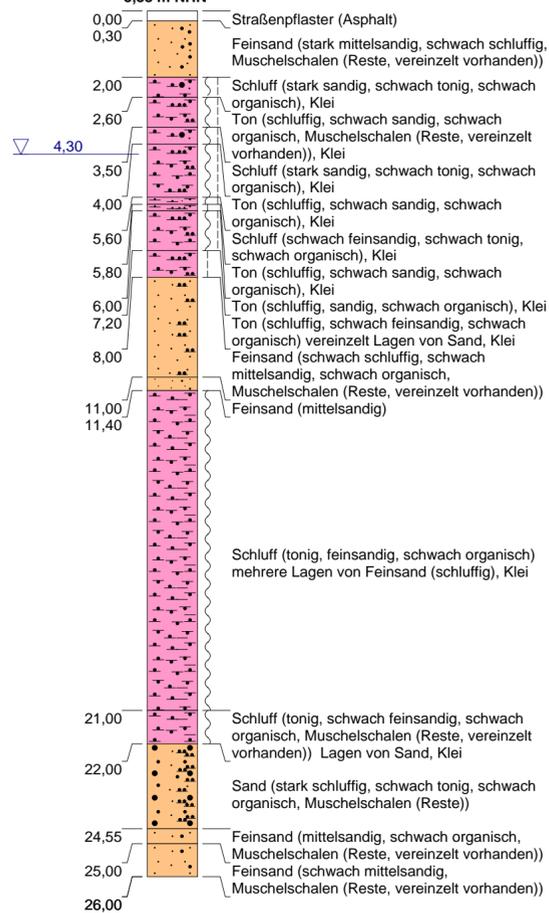
**1718/06/0027/B**  
7,00 m NHH



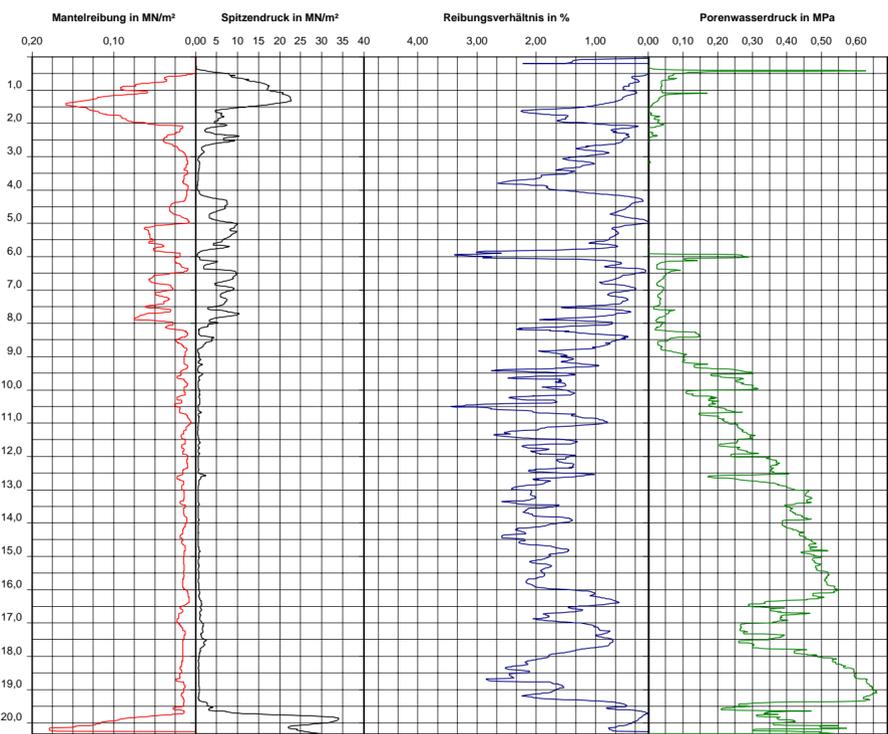
**DS 04**  
8,00 m NHH



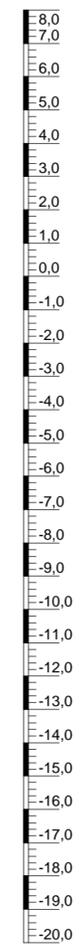
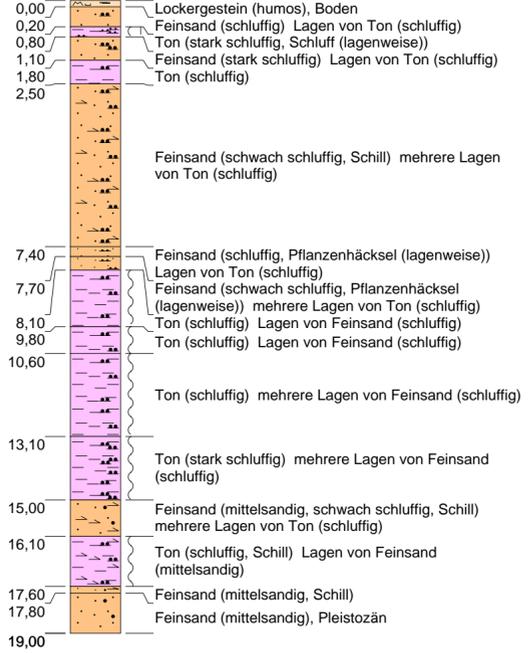
**B 4**  
5,38 m NHH



**DS 05**  
3,47 m NHH



**1718/06/0021/B**  
2,25 m NHH



<ul style="list-style-type: none"> <li>—   —   — : halbfest   —   —   — : steif</li> <li>—   —   — : weich   ∇ : Grundwasserstand</li> </ul>	<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		 Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -	
Gefertigt: Petra Kopp		Maßstab d.H.: 1: 150		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.12
Geprüft: Dr. Delphine Croizé		TK 25: 1718		Querschnitt Station 0-050 Bl.-Nr.: 1718/06



**Dammverstärkung Eiderabdeckung**

Geotechnischer Bericht 2016/02  
Anlage 2.14

Gefertigt: Petra Kopp

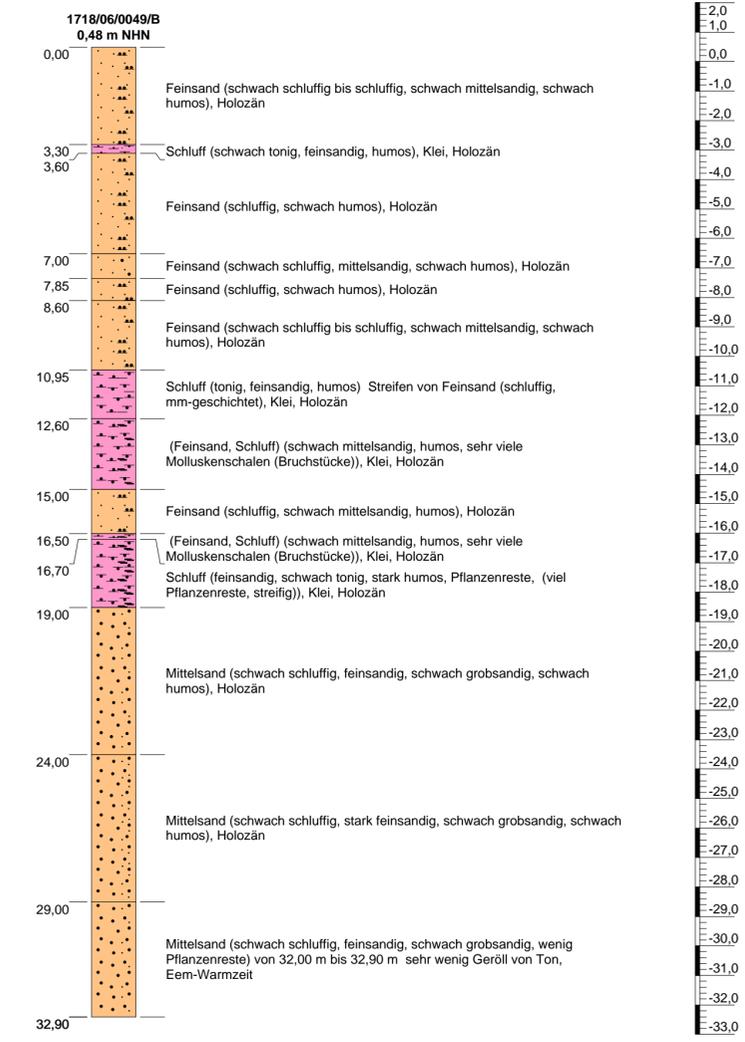
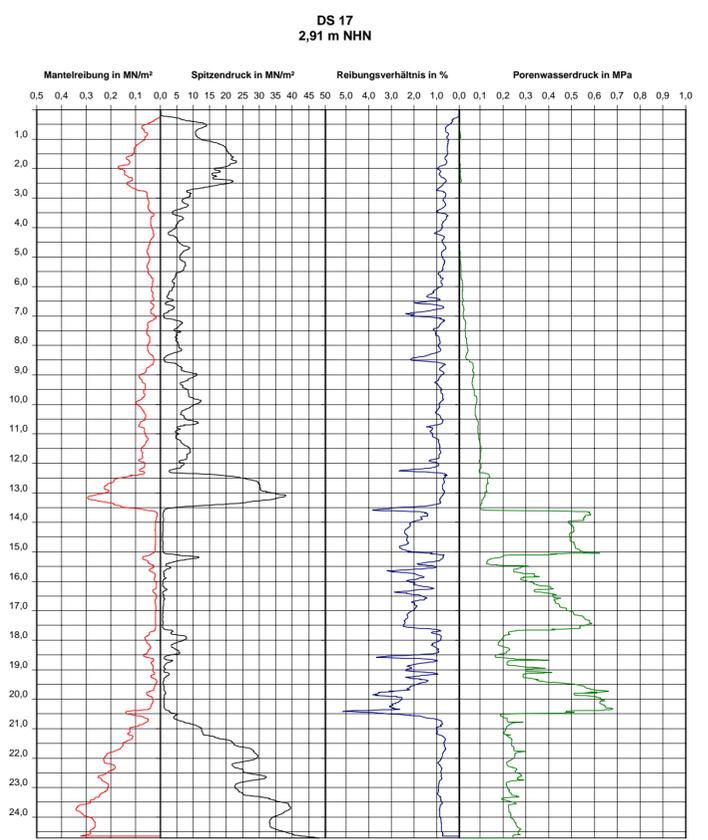
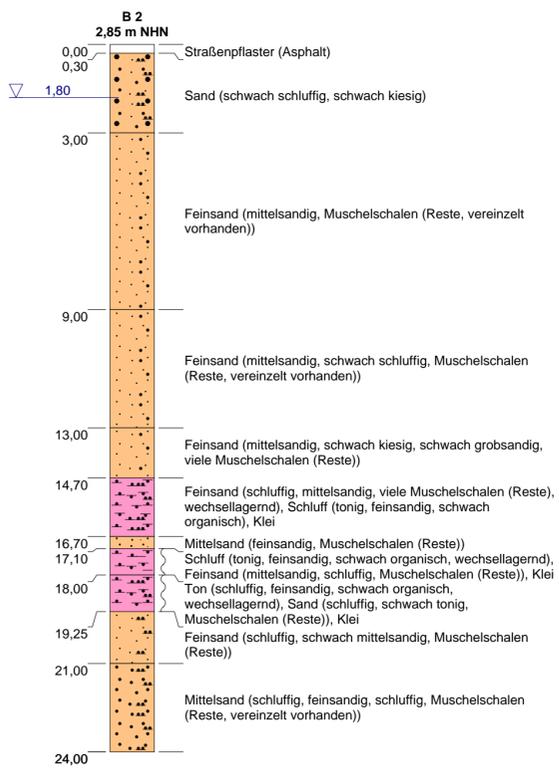
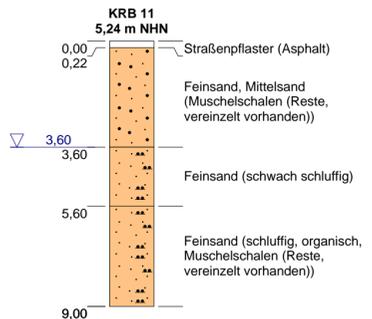
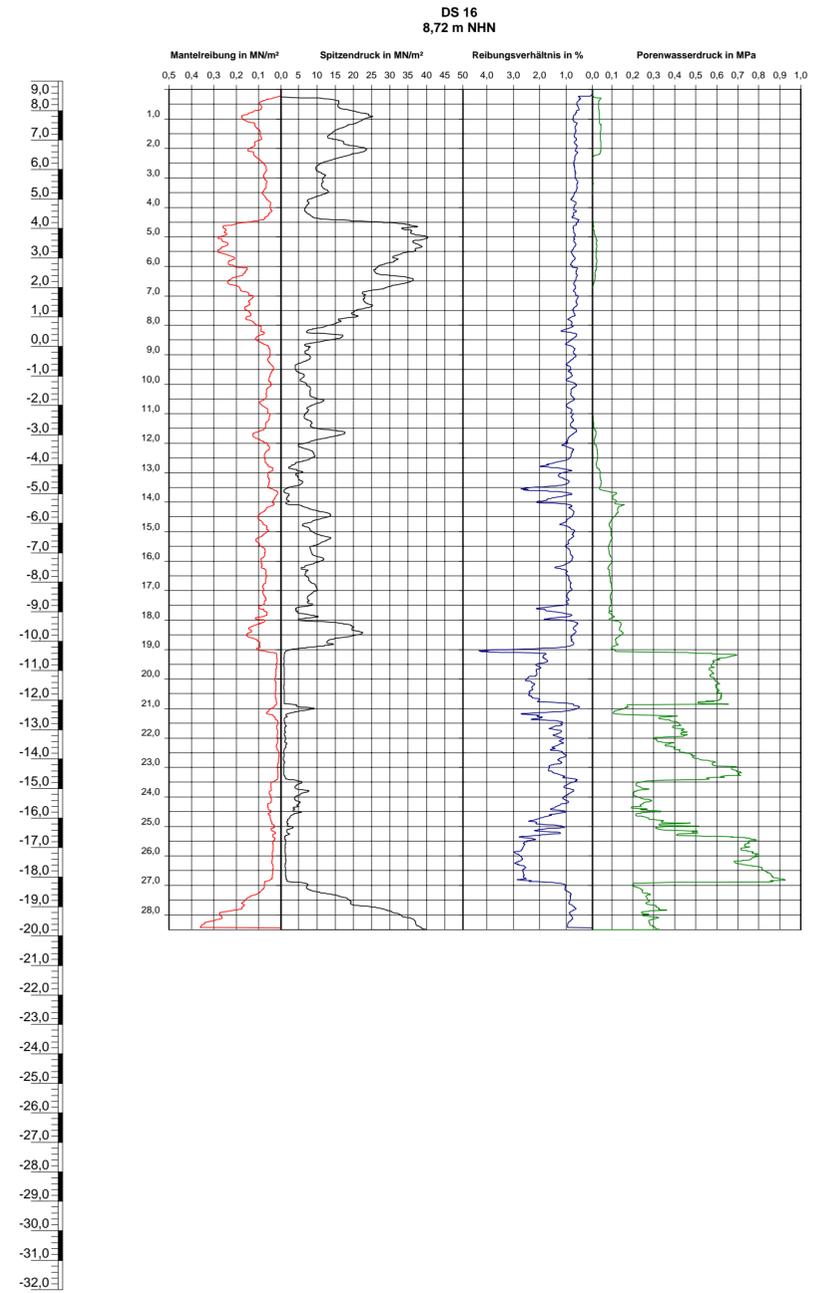
Maßstab d.H.: 1:150

Querschnitt Station 1+950

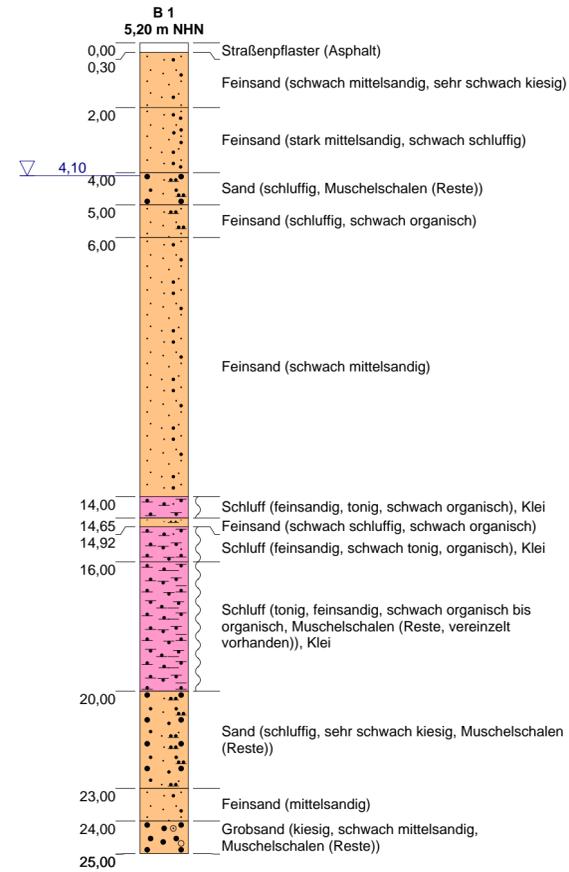
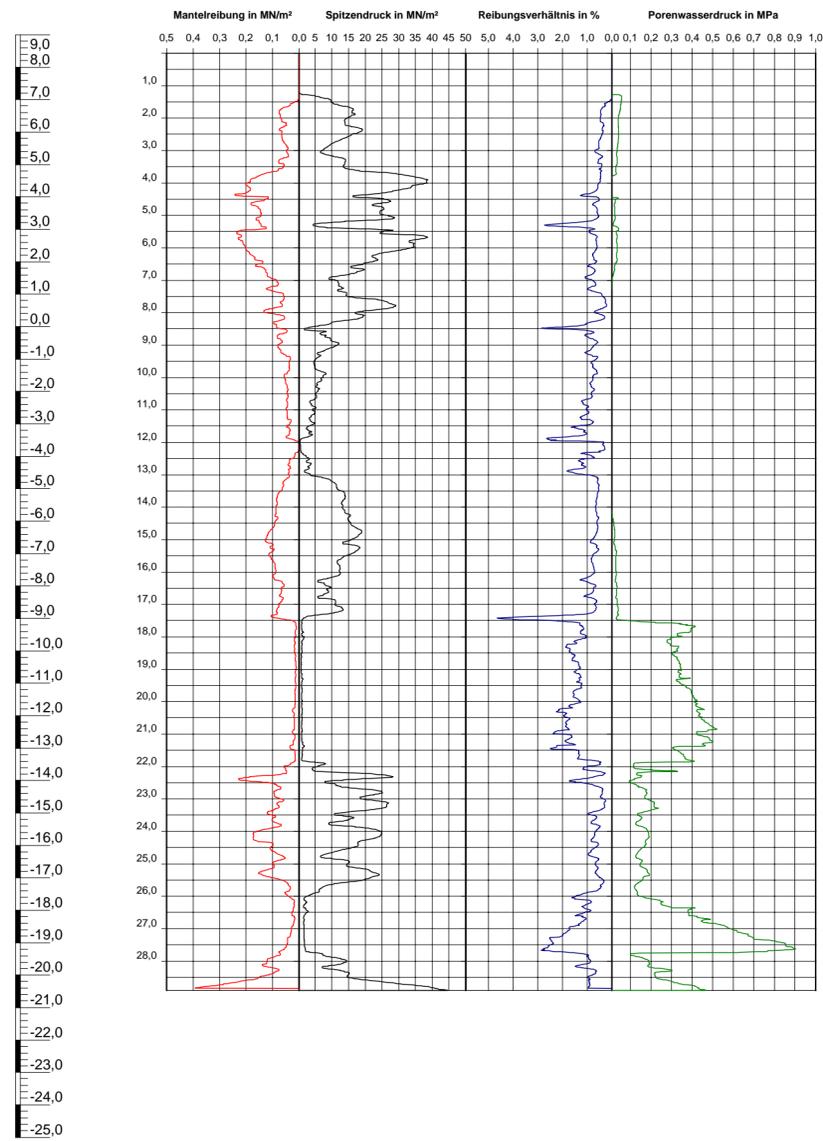
Geprüft: Dr. Delphine Croizé

TK 25: 1718

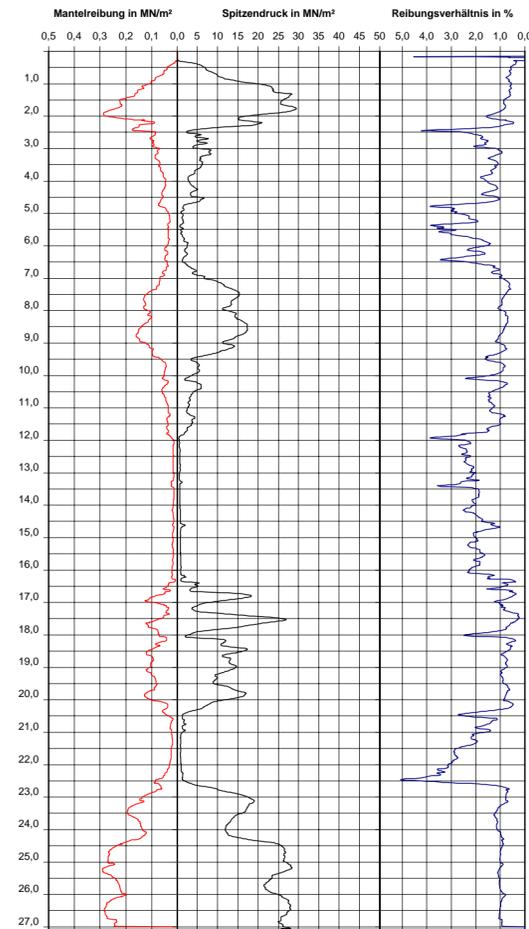
Bl.-Nr.: 1718/06



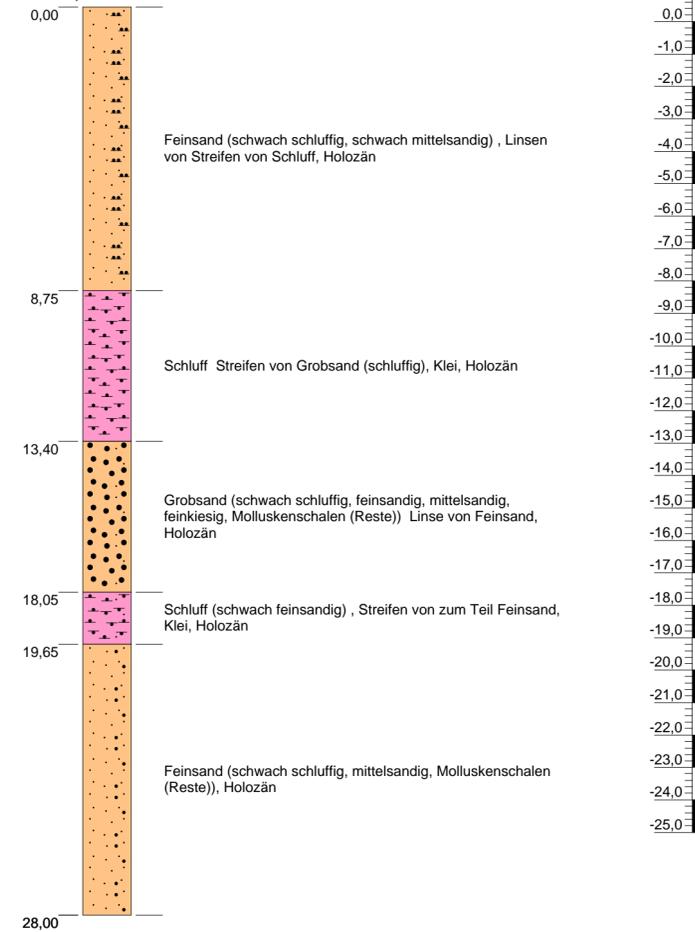
**DS 27**  
8,43 m NHN



**DS 28a**  
3,00 m NHN



**1718/12/0007/B**  
0,45 m NHN



| halbfest | steif  
 } weich ∇ Grundwasserstand

<b>Dammverstärkung Eiderabdeckung</b>		SH  Schleswig-Holstein Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - Geologischer Dienst -
		Geotechnischer Bericht 2016/02 Anlage 2.15
Gefertigt: Petra Kopp	Maßstab d.H.: 1: 150	Querschnitt Station 4+300
Geprüft: Dr. Delphine Croizé	TK 25: 1718	Bl.-Nr.: 1718/12

## Tabellarische Übersicht der Aufschlüsse

KRB Kleinrammbohrungen

B Trockenbohrungen

DS Drucksondierungen

Bauwerkstation	Aufschluss	Ansatzhöhe	Endteufe
	[Typ Nummer]	[m NHN]	[m u. GOK]
Stat. 0-550	DS 1a	8,49	25,7
	DS 2	3,54	19
Stat. 0-300	KRB 1	8,10	13,2
	DS 3	4,52	20
Stat. 0-050	DS 4	8,01	23,8
	B 4	5,38	26
	DS 5	3,47	20,2
Stat. 0+200	KRB 2	9,00	10,4
	DS 6	5,03	20,2
Stat. 0+450	DS 7	8,54	26
	DS 8	2,95	21,5
Stat. 0+700	KRB 3	8,94	9,5
	DS 9	5,05	26,7
	KRB 4	3,12	9
Stat. 0+950	DS 10	8,88	31,5
	KRB 5	5,19	7,3
	DS 11	3,13	26
Stat. 1+200	KRB 6	8,82	9,2
	DS 12	5,34	28
	KRB 7	3,00	11,2
Stat. 1+450	DS 13	8,81	30,7
	KRB 8	5,14	9
	B 3	2,96	30
	DS 14	3,01	30
Stat. 1+700	KRB 9	8,65	10,8
	DS 15	5,05	19,5
	KRB 10	2,96	11,5
Stat. 1+950	DS 16	8,72	28,5
	KRB 11	5,24	9
	B 2	2,85	24
	DS 17	2,92	24,5
Stat. 2+200	KRB 12	8,86	10
	DS 18	5,22	28,5
	KRB 13	3,06	12
Stat. 2+450	DS 19	8,75	25,5
	DS 20	3,00	20,2
Stat. 2+700	KRB 14	8,48	11
	DS 21	5,80	22,5
	KRB 15	2,99	11
Stat. 2+950	DS 22	8,51	30
	DS 23	3,06	29

## Tabellarische Übersicht der Aufschlüsse

KRB Kleinrammbohrungen

B Trockenbohrungen

DS Drucksondierungen

Bauwerkstation	Aufschluss	Ansatzhöhe	Endteufe
	[Typ Nummer]	[m NHN]	[m u. GOK]
Stat. 3+600	KRB 16	8,45	8,5
	DS 24	5,09	5
Stat. 3+800	DS 25	8,50	6
Stat. 4+150	KRB 17	8,53	15
	DS 26	5,40	25
Stat. 4+300	DS 28	3,00	28
	B 1	5,20	25
	DS 27	8,43	29
Stat. 4+450	DS 29	6,04	20

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

kdk Klei des Dammkerns  
k Dammkrone  
a Außenböschung

Aufschlusskampagnen im Jahr 2016 auf dem Eiderdamm

Bauwerkstation	Bohr.-Nr. Proben-Nr.	Tiefe in m u. Gel.	Bodenart (vereinfacht)	Gruppe	Kornverteilung				w	V <sub>gl</sub>	undrionierte Scherfestigkeit			k <sub>f</sub> nach Hazen m/s			
					n. DIN 18196	Gew.-%					in %	in %	Flügel- scherversuch kN/m <sup>2</sup>		Taschen- penetrometer kN/m <sup>2</sup>	Rest- scherfestigkeit kN/m <sup>2</sup>	
						T	U	S									G
<b>0-300</b>	<b>KRB 1</b>																
kdk	7	7,5	Klei	TL	19	51	30	0	31,3	3,6							
kdk	10	10,0	Klei	TL	22	53	25	0	33,1	--							
<b>0-050</b>	<b>B4</b>																
a	GP 2	2,0	Sand	SU		6	93	1					7E-05				
kdk	K 1	2,3	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--	40						
kdk	K 1	2,9	Klei	TL	--	--	--	--	21,9	--	42,5						
kdk	K 2	3,3	Klei	TL	--	--	--	--	--	--	37,5						
kdk	K 2	3,7	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--	50,9						
kdk	K 2	3,8	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	24,7	--							
kdk	K 3	4,2	Klei	TL	--	--	--	--	--	--	43,4						
kdk	K 3	4,8	Klei	TL	--	--	--	--	23,7	4,8	64,2						
kdk	K 4	5,3	Klei	TL	--	--	--	--	--	--	39,2						
kdk	K 4	5,9	Klei	TL	--	--	--	--	36,4	--	36,7						
kdk	K 5	6,3	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--	35						
kdk	K 5	6,8	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--	55						
kdk	K 5	6,9	sandiger Klei	TL/ST*	16	45	39	0	29,8	5,9							
kdk	K 6	7,4	Klei	TL	--	--	--	--	--	--	68,35						
kdk	K 6	7,5	Klei	TL	--	--	--	--	39,9	--							
kdk	K 6	7,9	Klei	TL	--	--	--	--	--	--	31,65						
a	K 7	11,8	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	36,5	--	20						
a	K 8	12,4	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	20						
a	K 8	12,8	Klei	UM/ST*	18	62	20	0	60,0	7,9							
a	K 8	12,9	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	54,1	25	35,6				
a	K 9	13,2	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	18,35						
a	K 9	13,7	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	21,7						
a	K 9	13,9	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	66,5	--							
a	K 10	14,7	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	33,7	--	38,35						
a	K 11	15,7	Klei	UM/ST*	26	58	16	0	54,7	7,4							
a	K 11	15,8	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	34,15						
a	K 12	16,5	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	50,5	--							
a	K 13	17,5	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	51,8	7,8							
a	K 14	18,5	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	41,3	--							
a	K 15	19,5	Klei	UM/ST*	18	74	8	0	49,8	6,8							
a	K 15	19,8	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	--	--	28,4						
a	K 16	20,5	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	49,5	--							
a	K 17	21,6	Klei	UM/ST*	--	--	--	--	36,4	--							
<b>0+200</b>	<b>KRB 2</b>																
k	3+4	2,5-4	Sand	SU		5	82	13					6E-05				
k	10+11	8,4-10,4	Sand	SU		5	95	0					7E-05				
	<b>KRB 4</b>																
a	5+6	4,3-6,5	Wattsand	SU		11	89	0					--				
<b>1+200</b>	<b>KRB 6</b>																
k	5+6+7	4,0-7,0	Sand	SE		2	97	1					7E-05				
	<b>KRB 7</b>																
a	9+10	7,6-9,6	Wattsand	SU		9	90	1					5E-05				

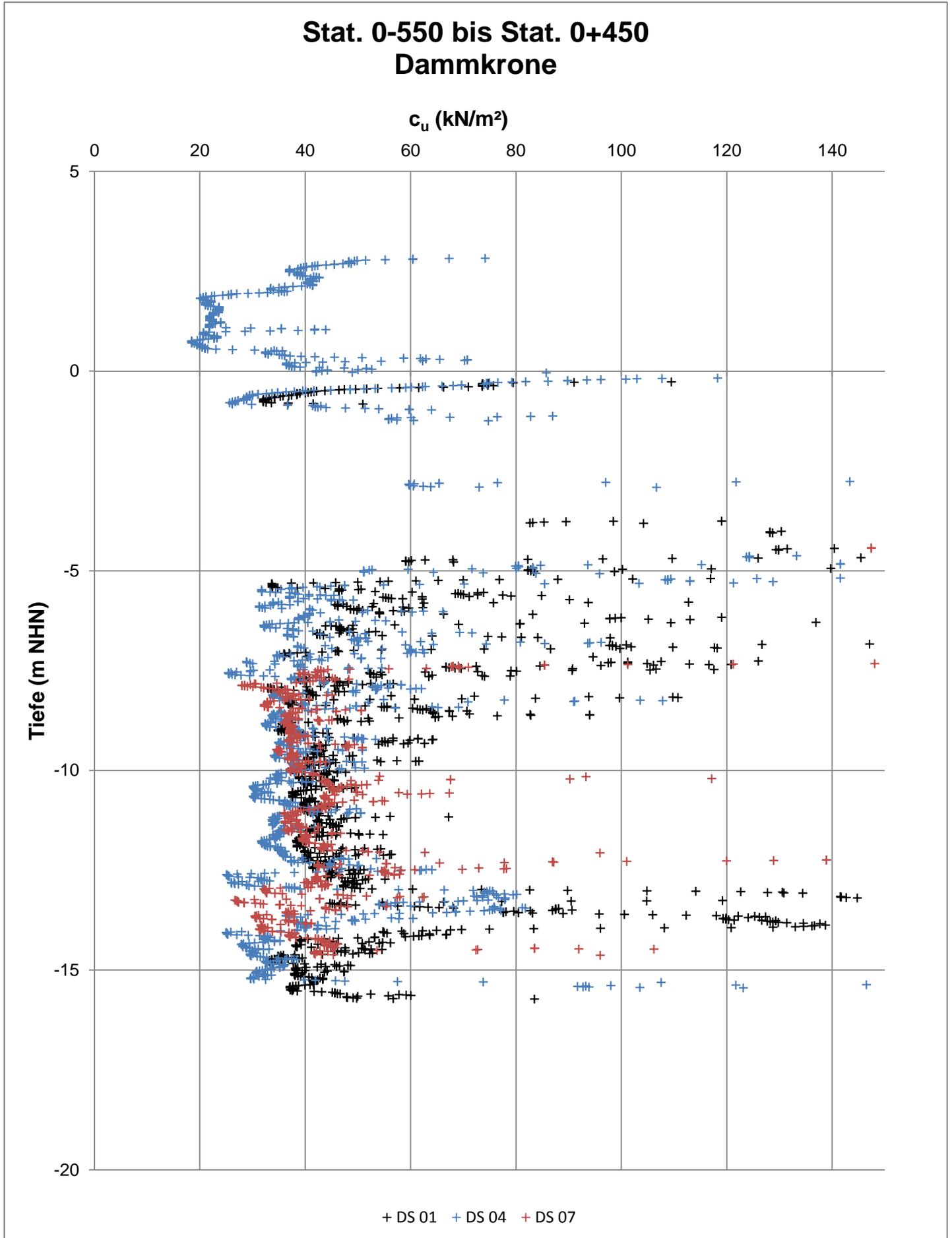
Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

kdk Klei des Dammkerns  
k Dammkrone  
a Außenböschung

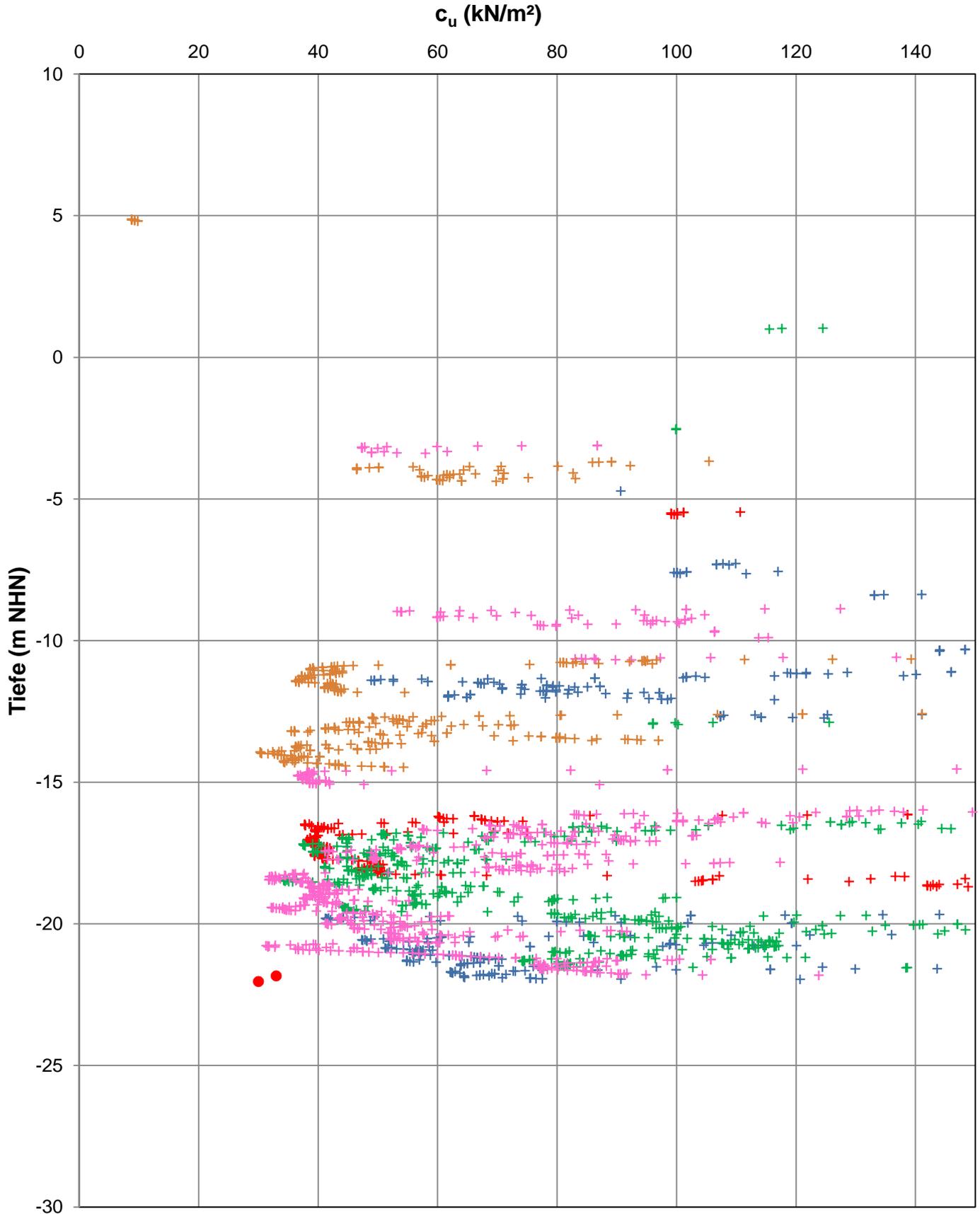
Aufschlusskampagnen im Jahr 2016 auf dem Eiderdamm

Bauwerkstation	Bohr.-Nr. Proben-Nr.	Tiefe in m u. Gel.	Bodenart (vereinfacht)	Gruppe n. DIN	Kornverteilung				w in %	V <sub>gl</sub> in %	undrionierte Scherfestigkeit			k <sub>f</sub> nach Hazen m/s
					Gew.-%						Flügel- scherversuch kN/m <sup>2</sup>	Taschen- penetrometer kN/m <sup>2</sup>	Rest- scherfestigkeit kN/m <sup>2</sup>	
					18196	T	U	S						
<b>1+450</b>	<b>KRB 8</b>													
a	2+3	1,0-3,0	Sand	SE		3	97	0					8E-05	
a	7+8	5,7-7,7	Wattsand	SU		15	84	1					--	
	<b>B 3</b>													
a	GP 2	0,3-1	Sand	SU		5	94	1					7E-05	
a	K 2	20,5	Wattsand	SU		10	89	1		1,2			4E-05	
a	K 4	22,5	Wattsand	SU*		17	82	1		1,3			--	
a	K 5	23,7	Klei	TL/ST*	17	56	27	0	44,9	8,2				
a	K 6	24,6	sandiger Klei	TL/ST*	5	16	77	2	--	1,8				
a	K 6	24,8	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--	46,6	20	42,2	
a	K 6	25,0	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--		30		
<b>1+700</b>	<b>KRB 10</b>													
a	9+10+11	8,5-11,5	Wattsand	SU		9	91	0					5E-05	
<b>1+950</b>	<b>KRB 11</b>													
a	3+4	2,0-3,0	Sand	SE		2	98	0					7E-05	
	<b>B 2</b>													
a	GP 1	0,3-1	Sand	SU		5	90	5					6E-05	
a	K 1	14,5	Wattsand	SU		--	--	--		1,0			--	
a	K 2	15,5	Sand/Klei	SU*/UL	0	18	81	1	26,9	2,1				
a	K 3	16,5	Sand/Klei	SU*/UL	--	--	--	--	20,9	--				
a	K 4	17,4	Sand/Klei	SU*/UL	0	18	80	2	36,6	5,8				
a	K 4	17,8	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--	41,49	21,9	39,37	
a	K 5	18,2	sandiger Klei	TL	--	--	--	--	--	--		20		
a	K 5	18,5	sandiger Klei	TL/ST*	13	18	65	4	43,0	4,8				
a	K 5	18,8	sandiger Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--		12,5		
<b>2+200</b>	<b>KRB 13</b>													
a	5+6	3,6-5,6	Wattsand	SU		9	91	0					5E-05	
a	11+12	9,5-11,5	Wattsand	SU		9	91	0					5E-05	
<b>2+700</b>	<b>KRB 15</b>													
a	5+6	4,3-6,3	Wattsand	SU		6	94	0					5E-05	
a	9+10+11	8,0-11,0	Wattsand	SU		8	92	0					5E-05	
<b>3+600</b>	<b>KRB 16</b>													
k	3+4+5	2,2-5,2	Sand	SU		5	93	2					6E-05	
k	8	7,2-8,3	Kies	GI		4	35	61						
<b>4+150</b>	<b>KRB 17</b>													
k	3+4+5	2,2-5,2	Sand	SU		5	94	1					6E-05	
k	11+12	10,1-12,0	Wattsand	SU*		18	74	8					6E-05	
<b>4+300</b>	<b>B 1</b>													
k	GP 4	3,0-4,0	Sand	SU		6	93	1					6E-05	
a	K 2	14,1	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--		20		
a	K 2	14,3	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--		30		
a	K 2	14,5	Klei	TL/ST*	22	60	18	0	52,2	4,1				
a	K 3	15,2	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--		20,85		
a	K 3	15,35-15,55	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	--	32,33		27,4	
a	K 3	15,6	Klei	TL/ST*	12	69	19	0	38,1	--				
a	K 3	15,8	Klei	TL/ST*	--	--	--	--	--	6,5		14,15		
a	K 4	16,3	Klei	TM/ST*	--	--	--	--	45,0	5,4				
a	K 4	16,8	Klei	TM/ST*	--	--	--	--	--	--		12		
a	K 5	17,3	Klei	TM/ST*	--	--	--	--	--	--		21,65		
a	K 5	17,5	Klei	TM/ST*	25	51	24	0	48,5	--				
a	K 6	18,3	Klei	TM/ST*	--	--	--	--	51,9	7,2		16,15		
a	K 6	18,7	Klei	TM/ST*	--	--	--	--	--	--		13,3		

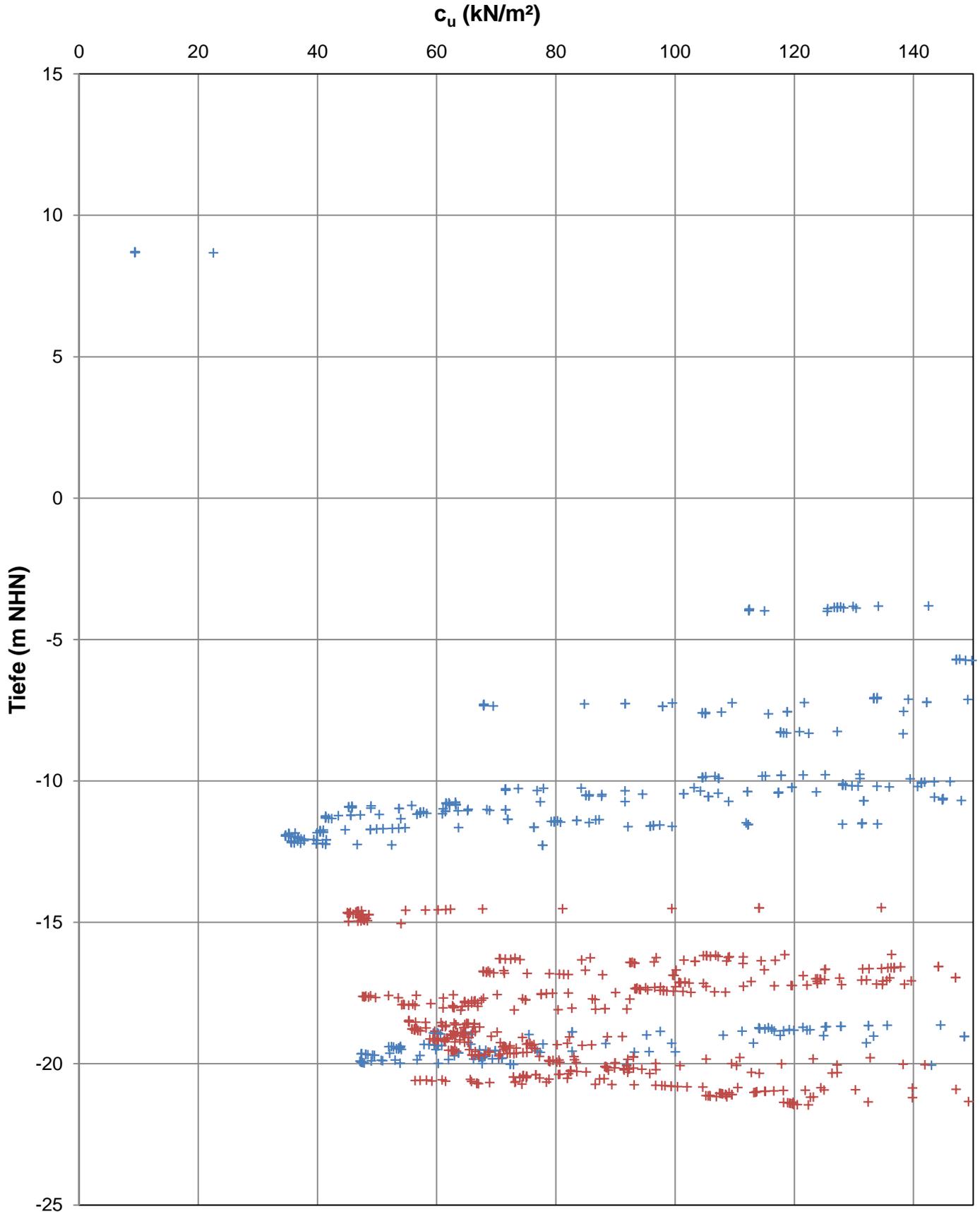




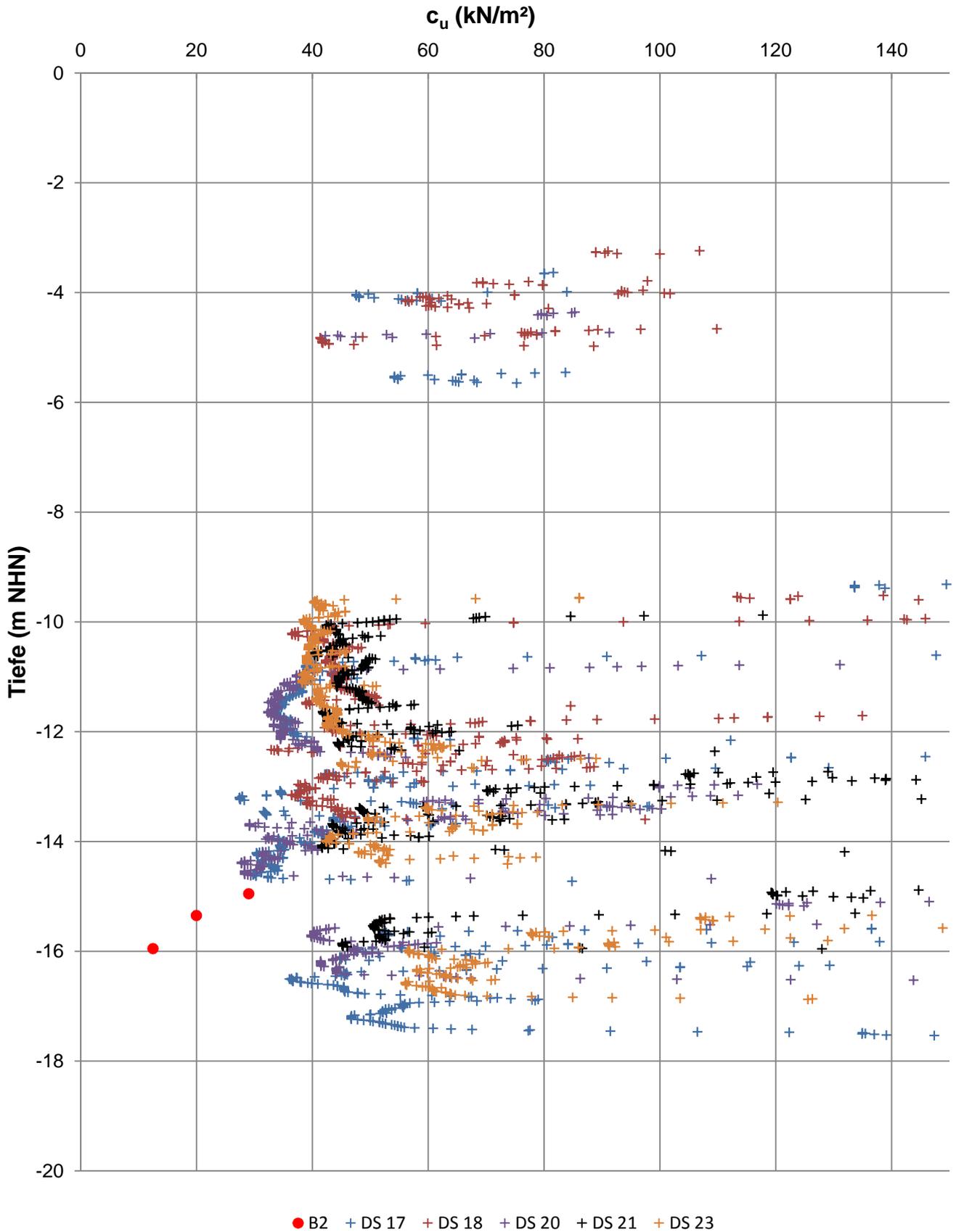
### Stat. 0+700 bis Stat. 1+700 Außenböschung



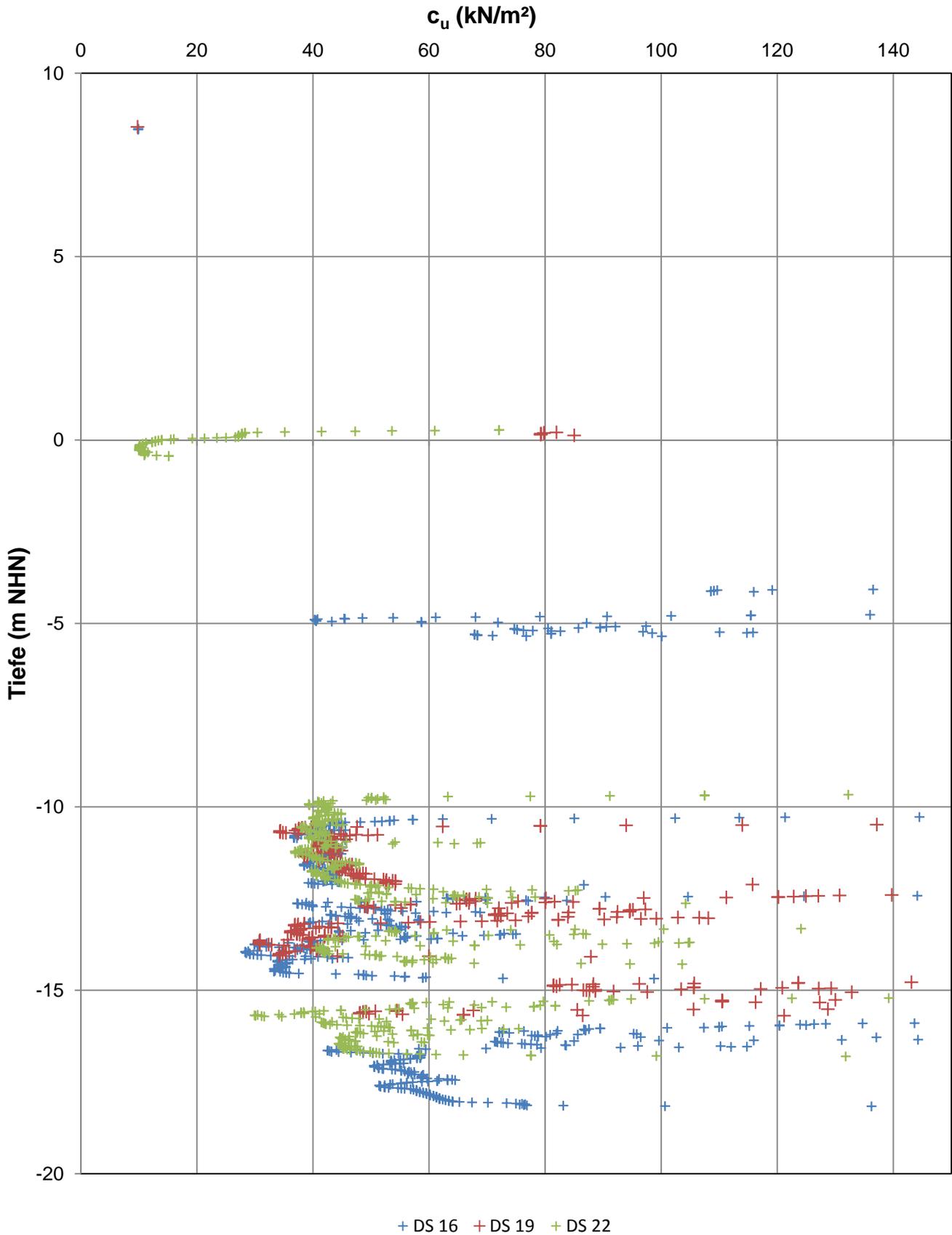
**Stat. 0+700 bis Stat. 1+700  
Dammkrone**



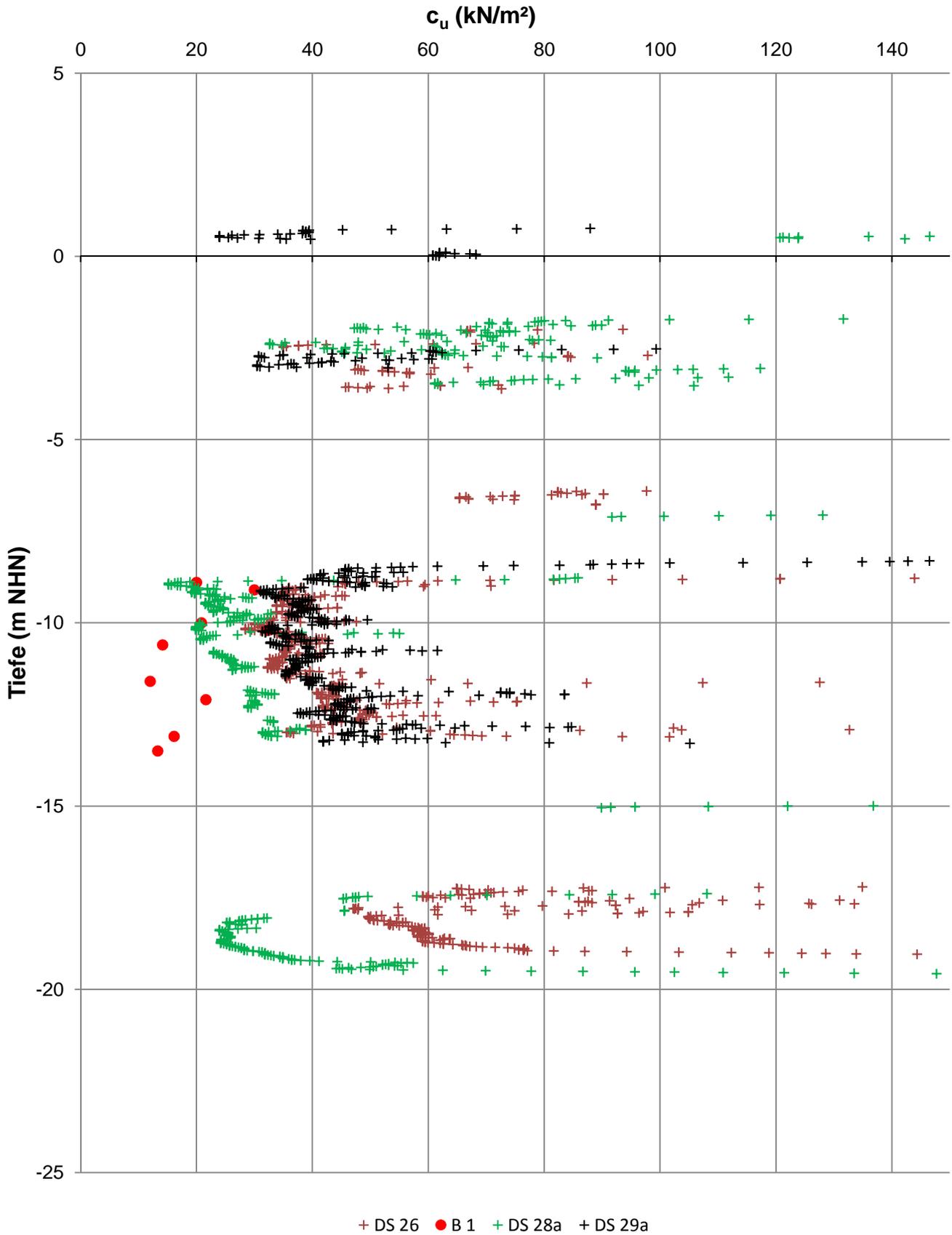
### Stat. 1+950 bis Stat. 2+950 Außenböschung

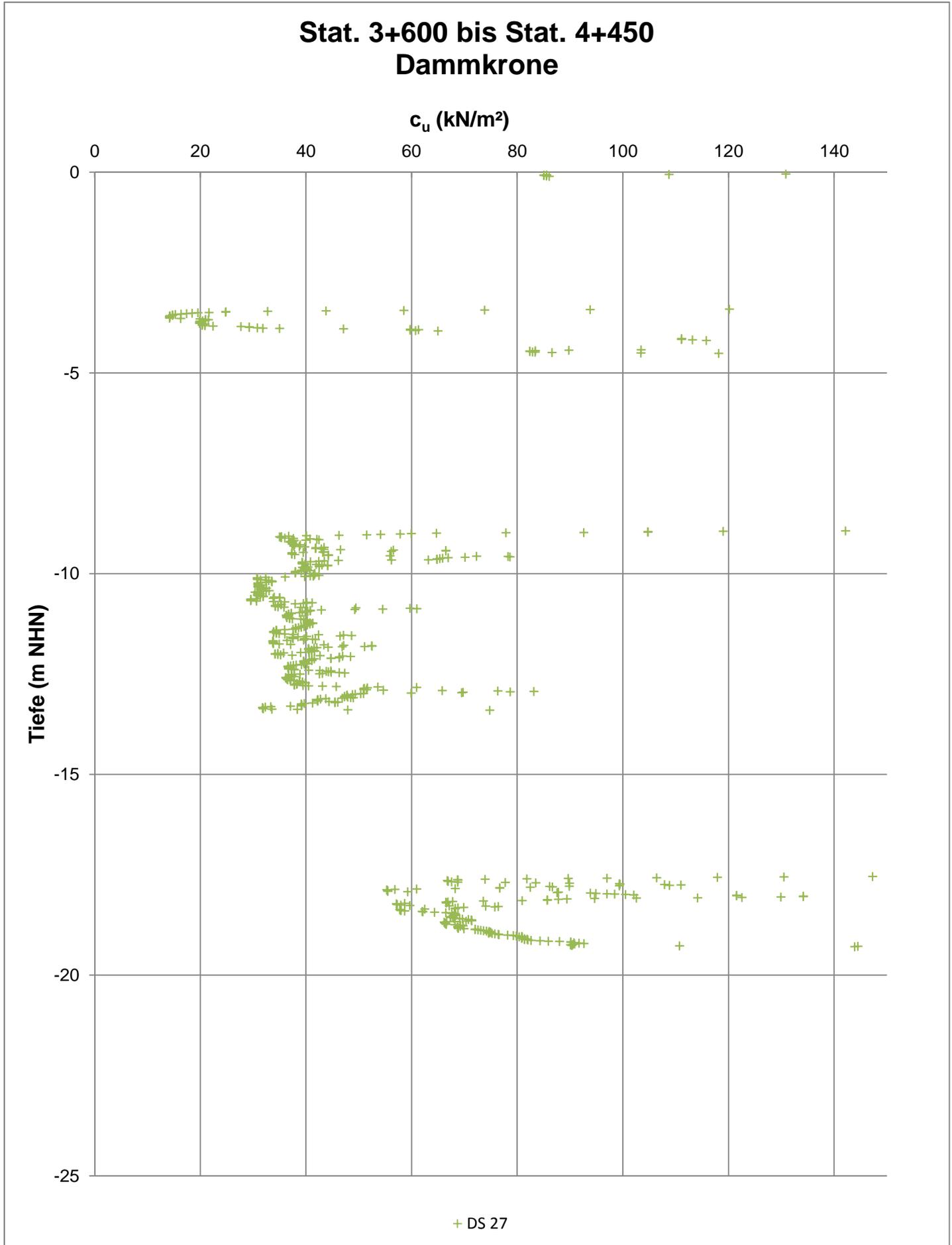


### Stat. 1+950 bis Stat. 2+950 Dammkrone



### Stat. 3+600 bis Stat. 4+450 Außenböschung



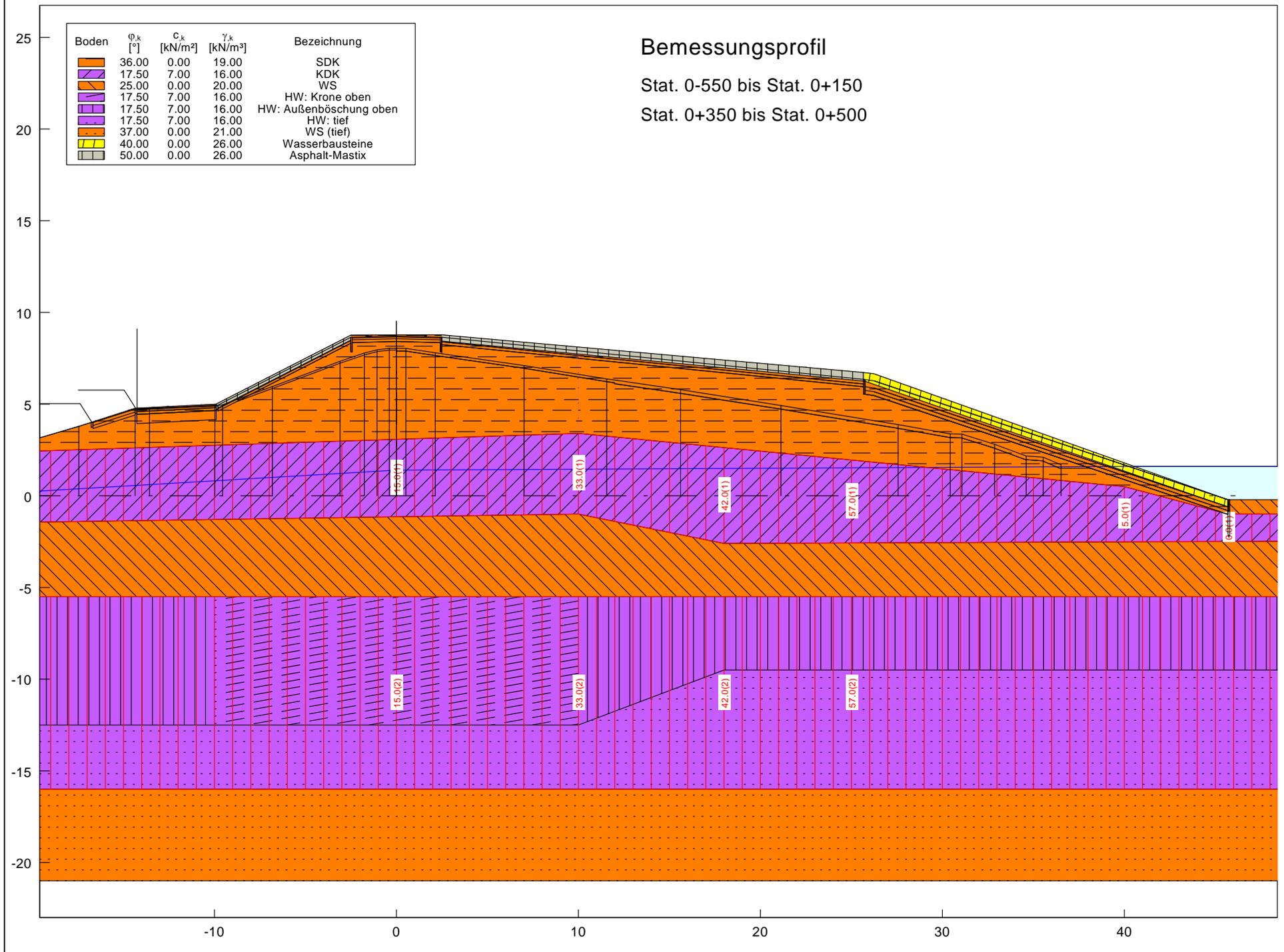


### Bemessungsprofil

Stat. 0-550 bis Stat. 0+150

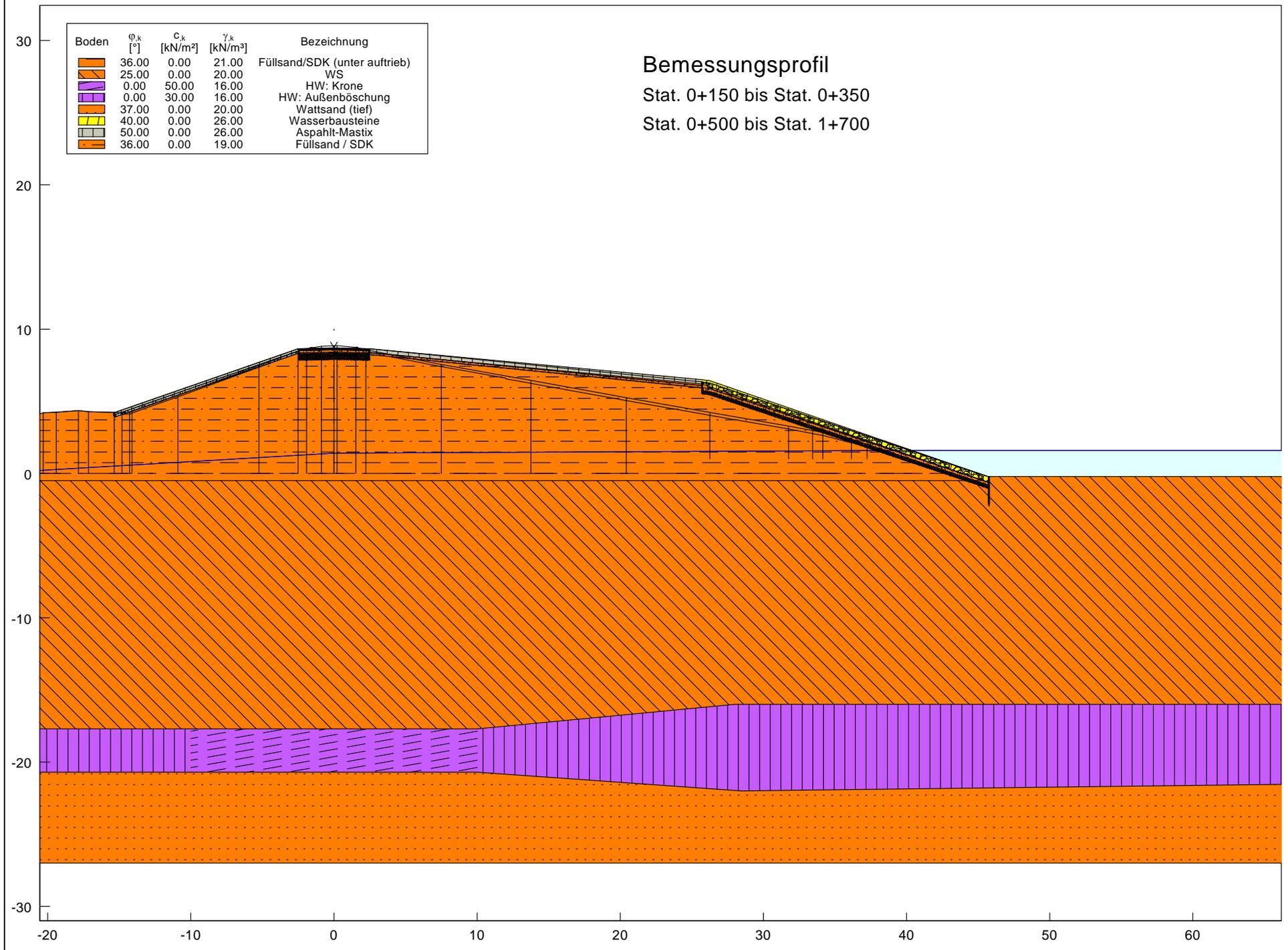
Stat. 0+350 bis Stat. 0+500

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix



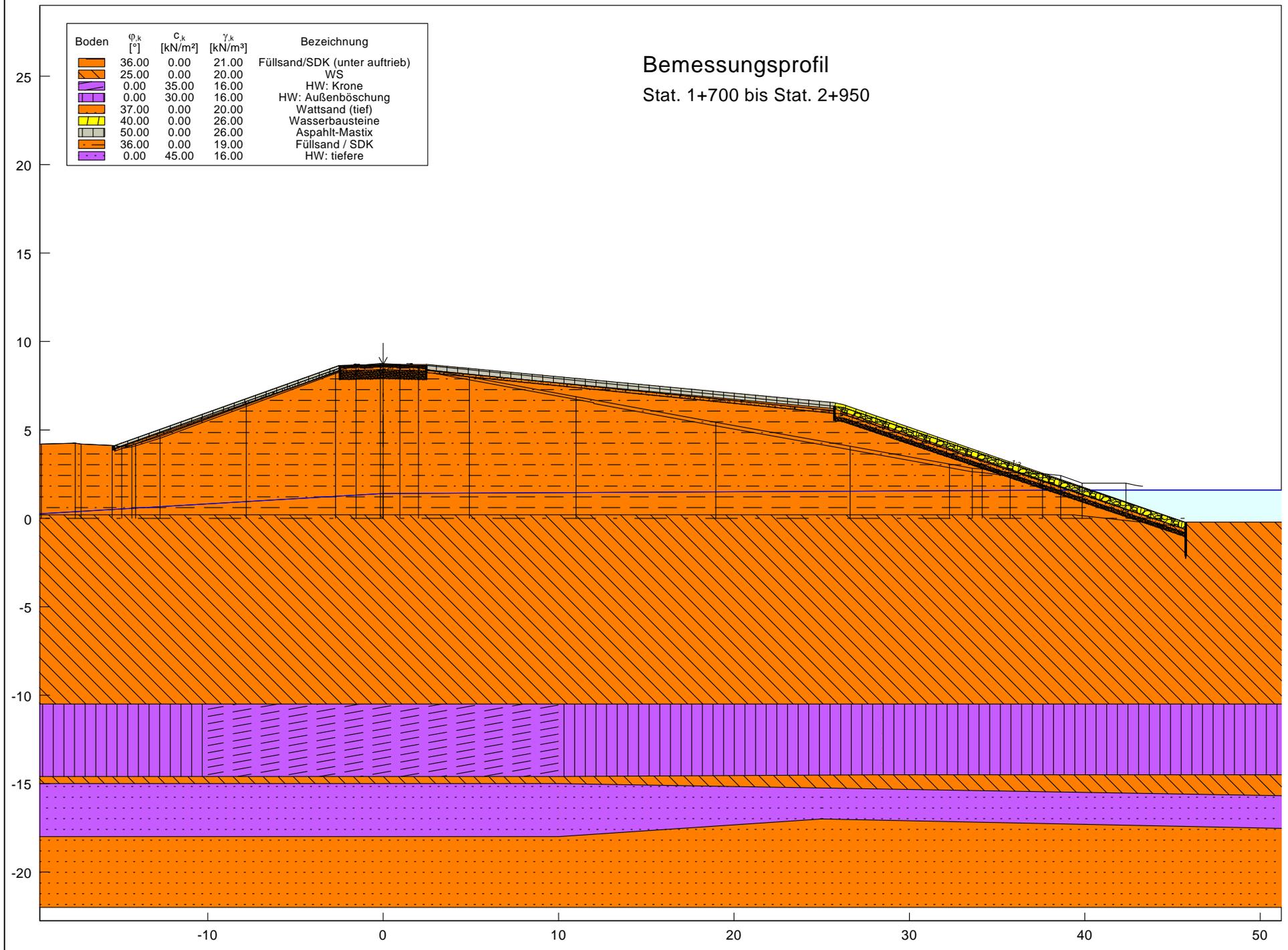
**Bemessungsprofil**
  
 Stat. 0+150 bis Stat. 0+350
   
 Stat. 0+500 bis Stat. 1+700

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	50.00	16.00	HW: Krone
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK



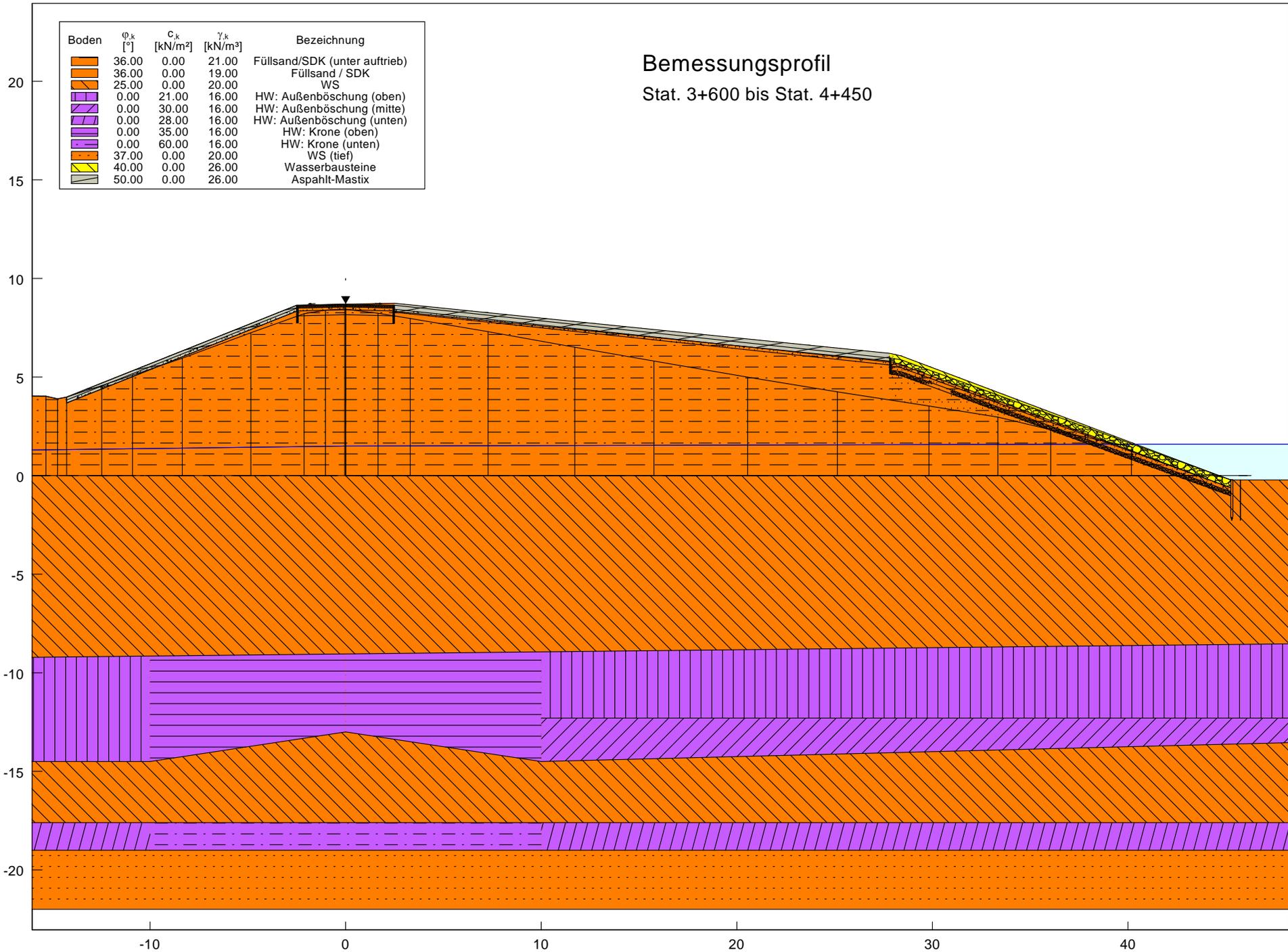
**Bemessungsprofil**  
 Stat. 1+700 bis Stat. 2+950

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	35.00	16.00	HW: Krone
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
	0.00	45.00	16.00	HW: tiefere



# Bemessungsprofil

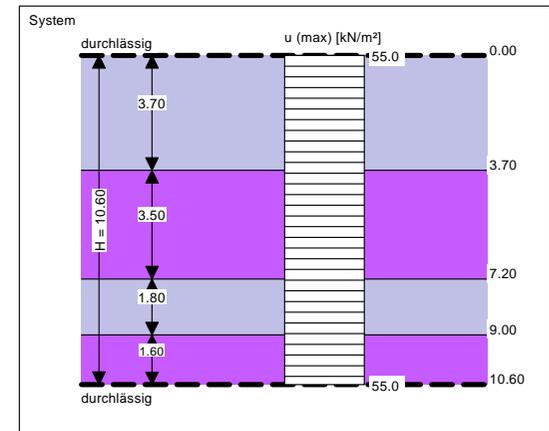
Stat. 3+600 bis Stat. 4+450



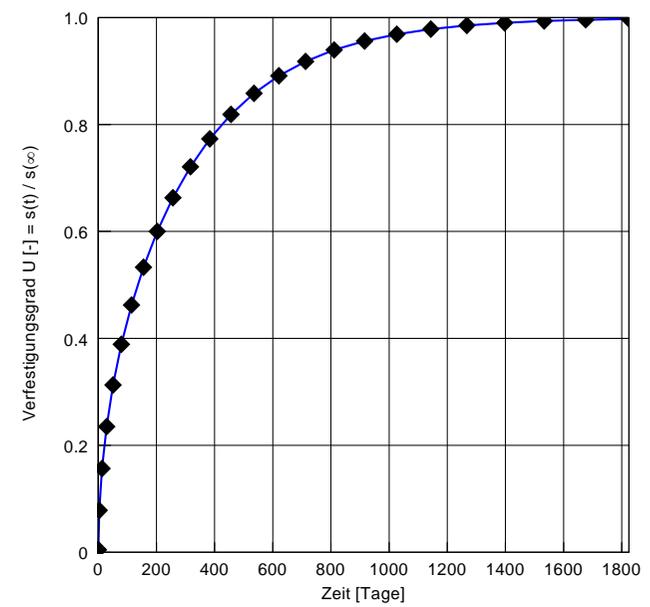
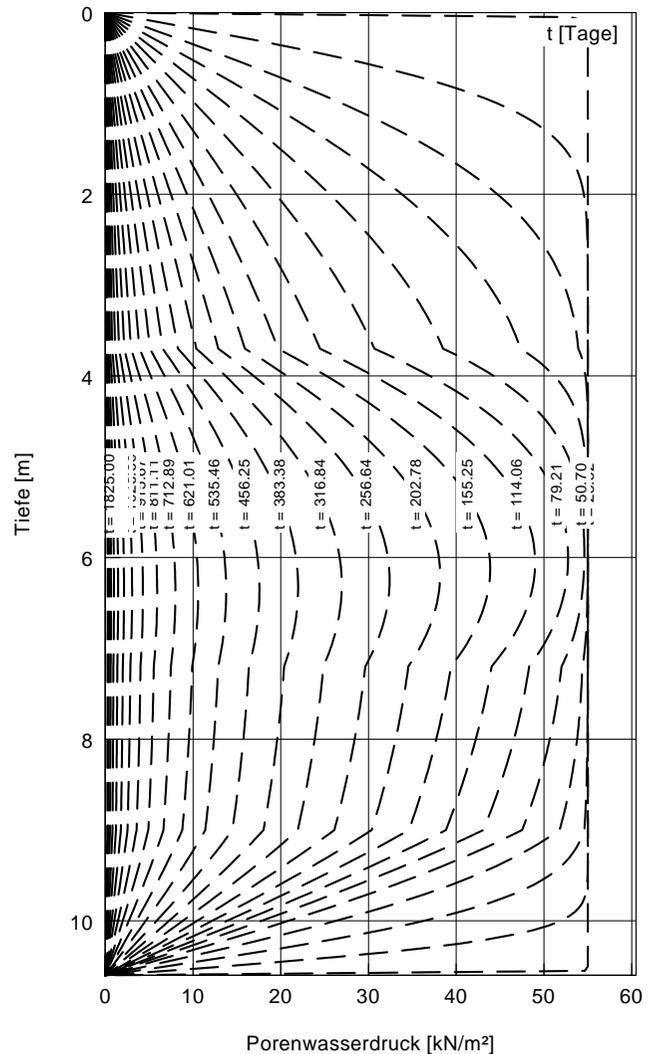
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 155.25 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 30.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 37.8 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blög}$ [-]	Bezeichnung
■	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	sandiger Klei
■	1.8	$1.00 \cdot 10^{-9}$	$1.80 \cdot 10^{-7}$	0.0090	Klei
■	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	sandiger Klei
■	1.8	$1.00 \cdot 10^{-9}$	$1.80 \cdot 10^{-7}$	0.0090	Klei

Bodenprofil: DS 5 und B 4  
 Holozäne Weichschichten



Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.005	0.1
3.17	0.078	2.4
12.68	0.157	4.7
28.52	0.235	7.0
50.70	0.313	9.4
79.21	0.389	11.7
114.06	0.463	13.9
155.25	0.533	16.0
202.78	0.600	18.0
256.64	0.663	19.9
316.84	0.721	21.6
383.38	0.773	23.2
456.25	0.819	24.6
535.46	0.858	25.7
621.01	0.891	26.7
712.89	0.918	27.5
811.11	0.939	28.2
915.67	0.956	28.7
1026.60	0.969	29.0
1143.80	0.978	29.3
1267.40	0.985	29.5
1397.30	0.990	29.7
1533.50	0.993	29.8
1676.10	0.996	29.9
1825.00	0.997	29.9



5 Jahren

Porenwasserdruck [kN/m<sup>2</sup>]

Tiefe [m]

t [Tage]

Verfestigungsgrad U [-] = s(t) / s(∞)

Zeit [Tage]

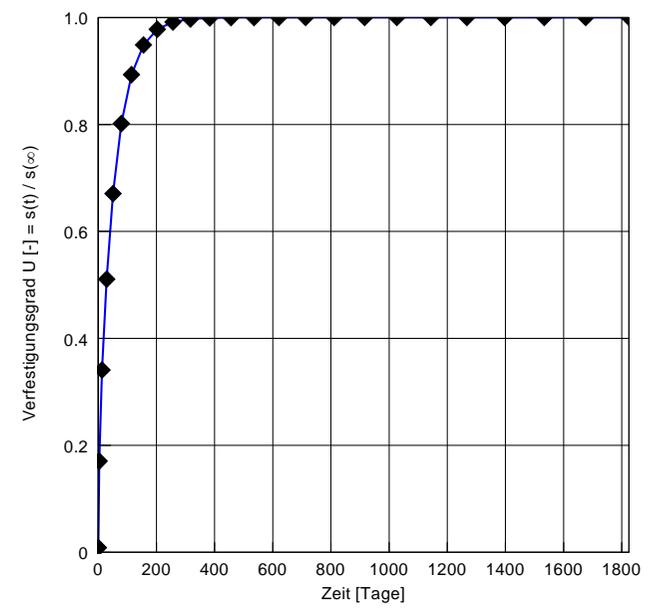
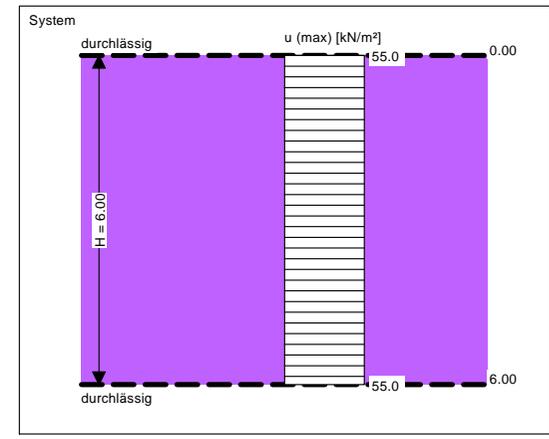
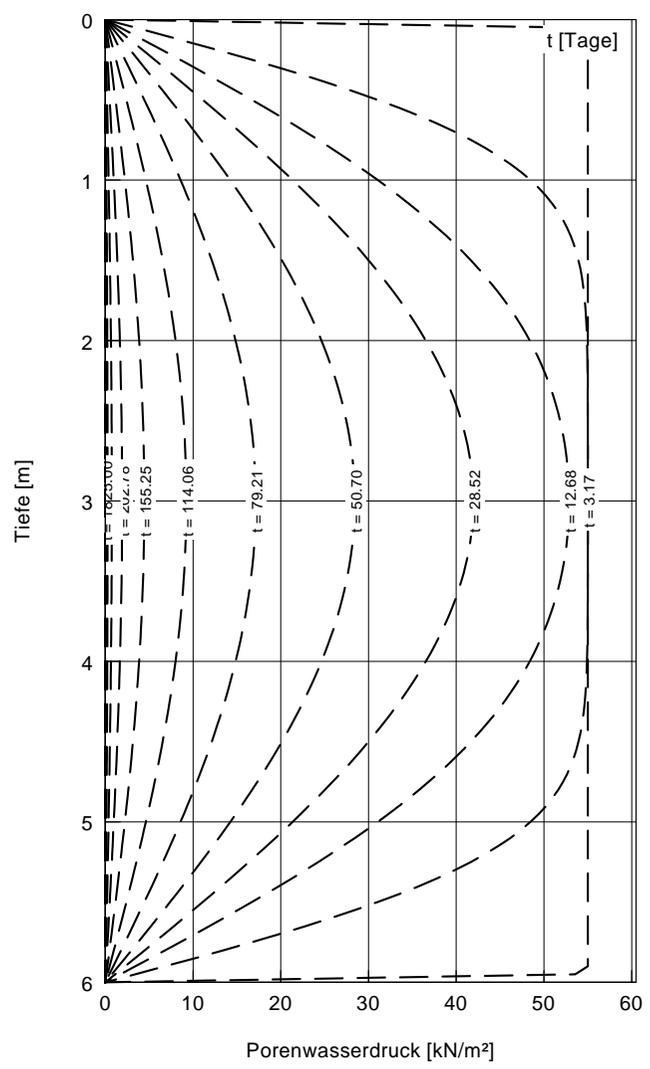
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 28.517 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 22.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 27.4 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blot}$ [-]	Bezeichnung
	1.5	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$7.50 \cdot 10^{-7}$	0.0050	KDK

Bodenprofil: DS 5 und B 4  
 Klei des Dammkerns

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.009	0.2
3.17	0.171	3.8
12.68	0.341	7.5
28.52	0.511	11.2
50.70	0.671	14.8
79.21	0.802	17.6
114.06	0.893	19.6
155.25	0.949	20.9
202.78	0.978	21.5
256.64	0.992	21.8
316.84	0.997	21.9
383.38	0.999	22.0
456.25	1.000	22.0
535.46	1.000	22.0
621.01	1.000	22.0
712.89	1.000	22.0
811.11	1.000	22.0
915.67	1.000	22.0
1026.60	1.000	22.0
1143.80	1.000	22.0
1267.40	1.000	22.0
1397.30	1.000	22.0
1533.50	1.000	22.0
1676.10	1.000	22.0
1825.00	1.000	22.0

5 Jahren



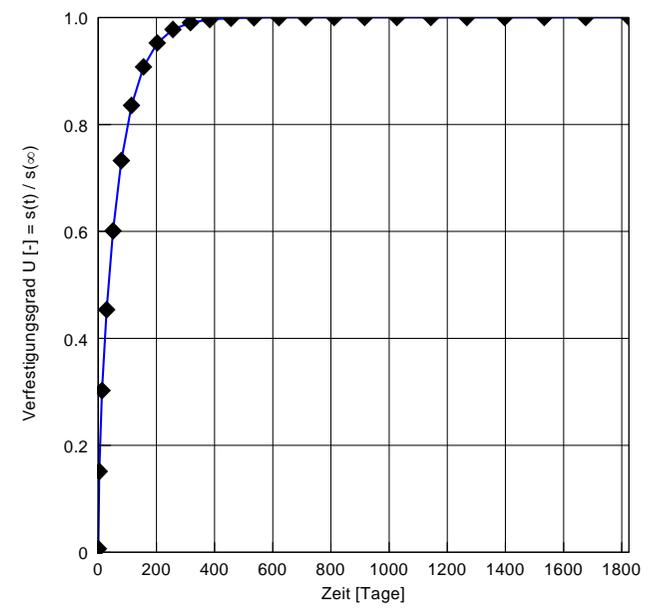
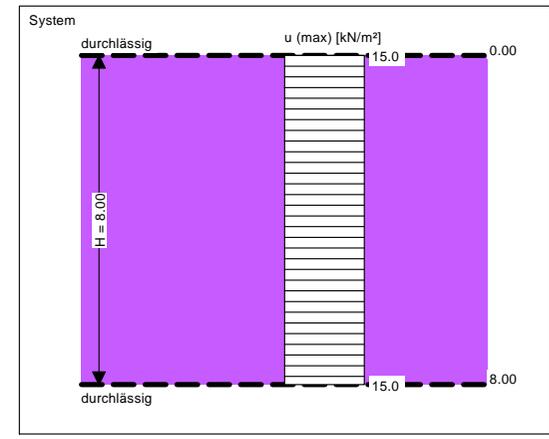
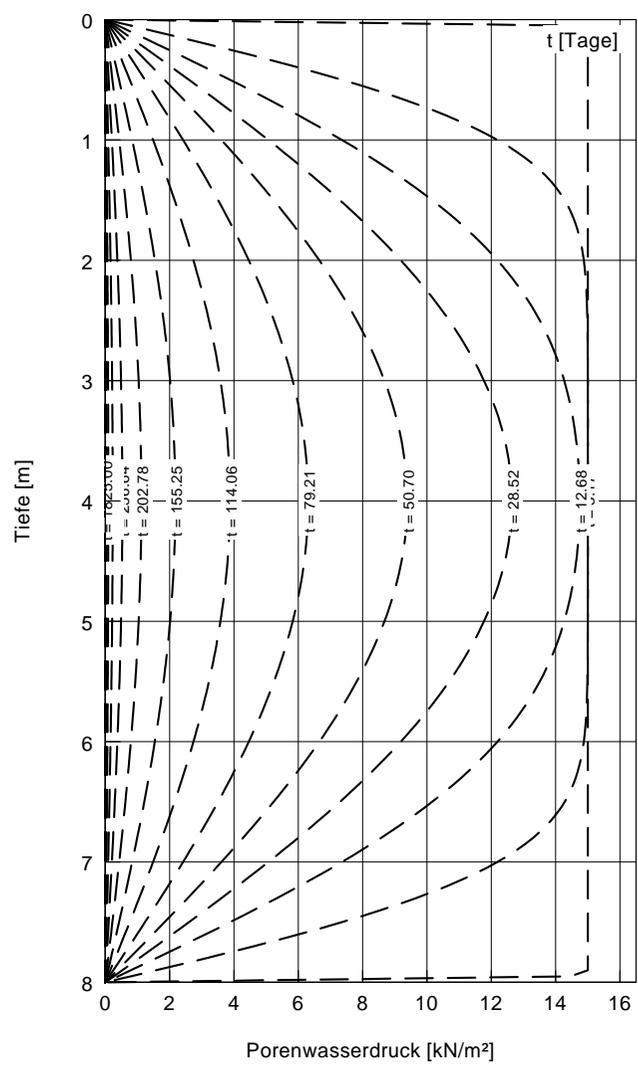
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 28.517 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 5.7 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 12.9 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blag}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	sandiger Klei

Bodenprofil: DS 4  
 Holozäne Weichschichten

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.007	0.0
3.17	0.151	0.9
12.68	0.303	1.7
28.52	0.454	2.6
50.70	0.601	3.4
79.21	0.732	4.2
114.06	0.836	4.8
155.25	0.908	5.2
202.78	0.953	5.4
256.64	0.978	5.6
316.84	0.990	5.7
383.38	0.996	5.7
456.25	0.999	5.7
535.46	1.000	5.7
621.01	1.000	5.7
712.89	1.000	5.7
811.11	1.000	5.7
915.67	1.000	5.7
1026.60	1.000	5.7
1143.80	1.000	5.7
1267.40	1.000	5.7
1397.30	1.000	5.7
1533.50	1.000	5.7
1676.10	1.000	5.7
1825.00	1.000	5.7

5 Jahren



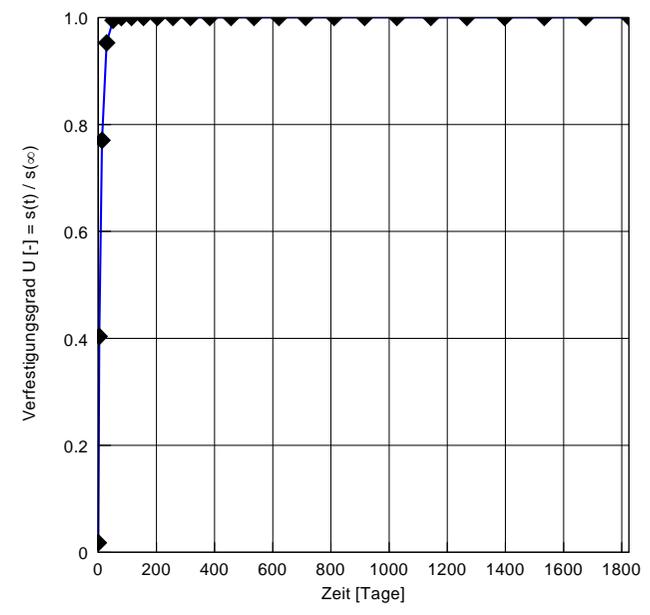
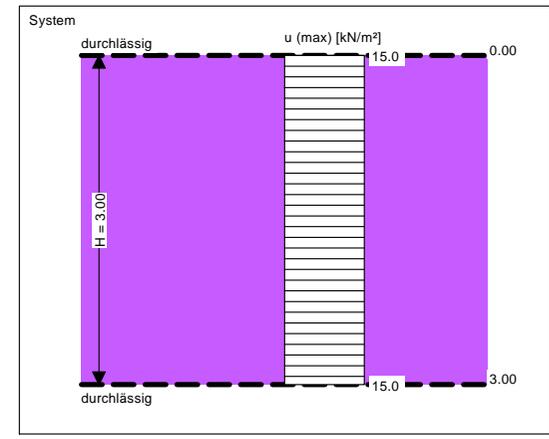
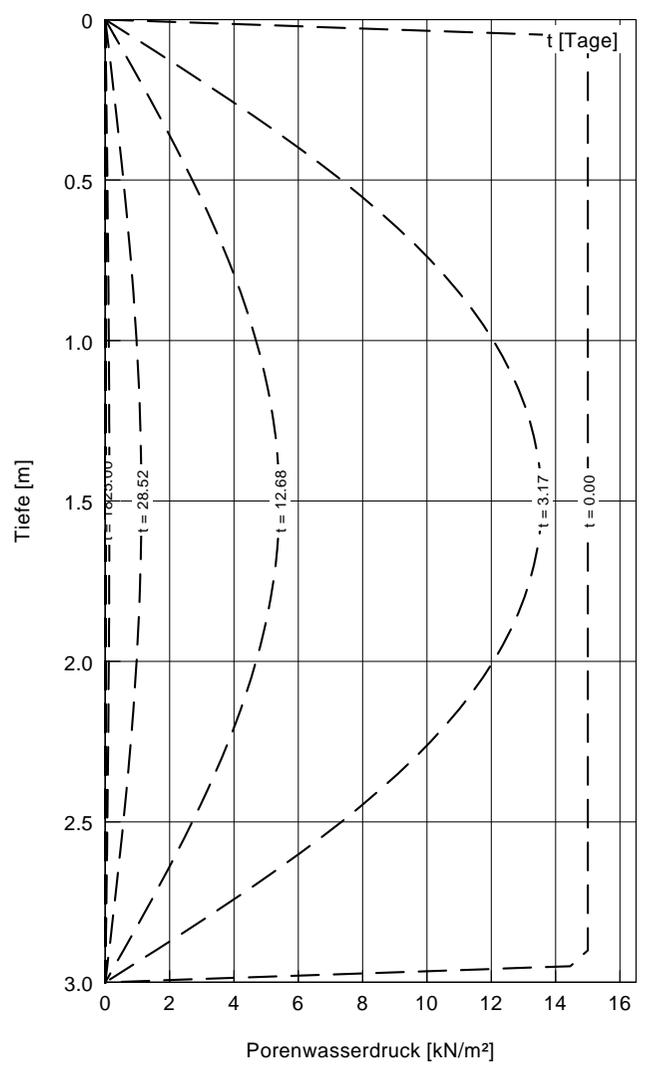
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 3.1694 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 2.1 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 6.3 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blög}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	sandiger Klei

Bodenprofil: DS 4  
 Klei des Dammkerns

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.018	0.0
3.17	0.404	0.9
12.68	0.770	1.7
28.52	0.953	2.0
50.70	0.995	2.1
79.21	1.000	2.1
114.06	1.000	2.1
155.25	1.000	2.1
202.78	1.000	2.1
256.64	1.000	2.1
316.84	1.000	2.1
383.38	1.000	2.1
456.25	1.000	2.1
535.46	1.000	2.1
621.01	1.000	2.1
712.89	1.000	2.1
811.11	1.000	2.1
915.67	1.000	2.1
1026.60	1.000	2.1
1143.80	1.000	2.1
1267.40	1.000	2.1
1397.30	1.000	2.1
1533.50	1.000	2.1
1676.10	1.000	2.1
1825.00	1.000	2.1

5 Jahren



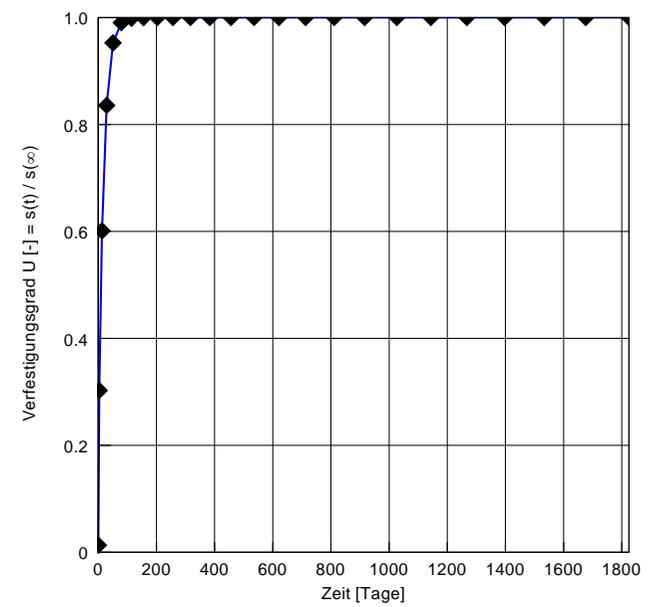
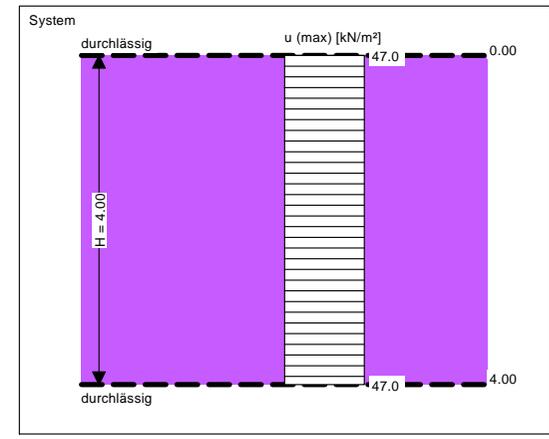
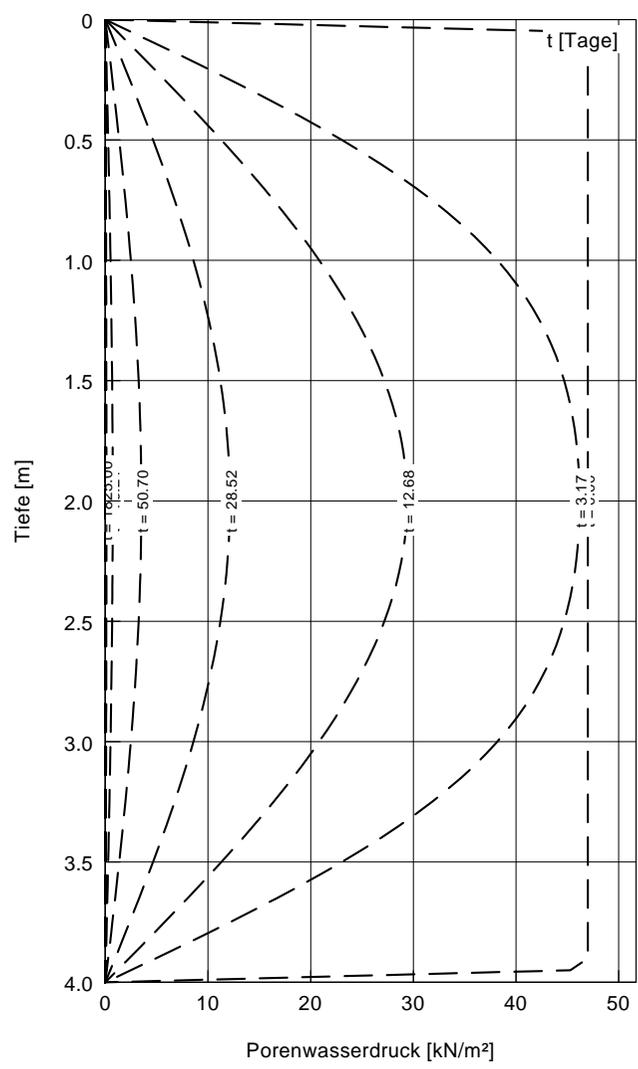
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 3.1694 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 9.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 14.5 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{B\log}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	Klei mit Sandlagen

Bodenprofil: DS 14 und B 3

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.013	0.1
3.17	0.303	2.7
12.68	0.601	5.4
28.52	0.836	7.5
50.70	0.953	8.5
79.21	0.990	8.9
114.06	0.999	8.9
155.25	1.000	9.0
202.78	1.000	9.0
256.64	1.000	9.0
316.84	1.000	9.0
383.38	1.000	9.0
456.25	1.000	9.0
535.46	1.000	9.0
621.01	1.000	9.0
712.89	1.000	9.0
811.11	1.000	9.0
915.67	1.000	9.0
1026.60	1.000	9.0
1143.80	1.000	9.0
1267.40	1.000	9.0
1397.30	1.000	9.0
1533.50	1.000	9.0
1676.10	1.000	9.0
1825.00	1.000	9.0

5 Jahren



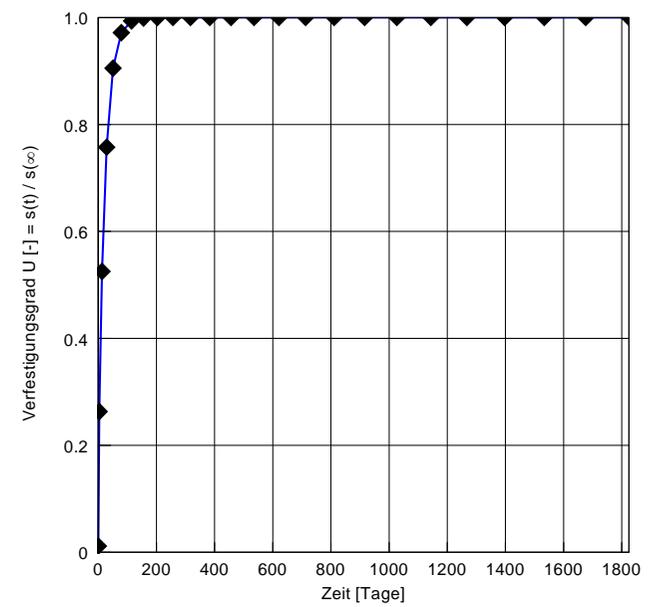
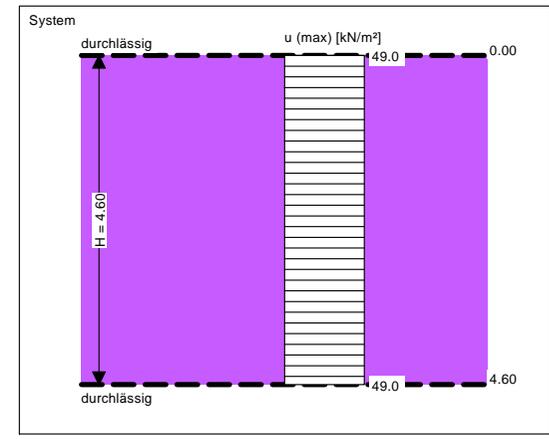
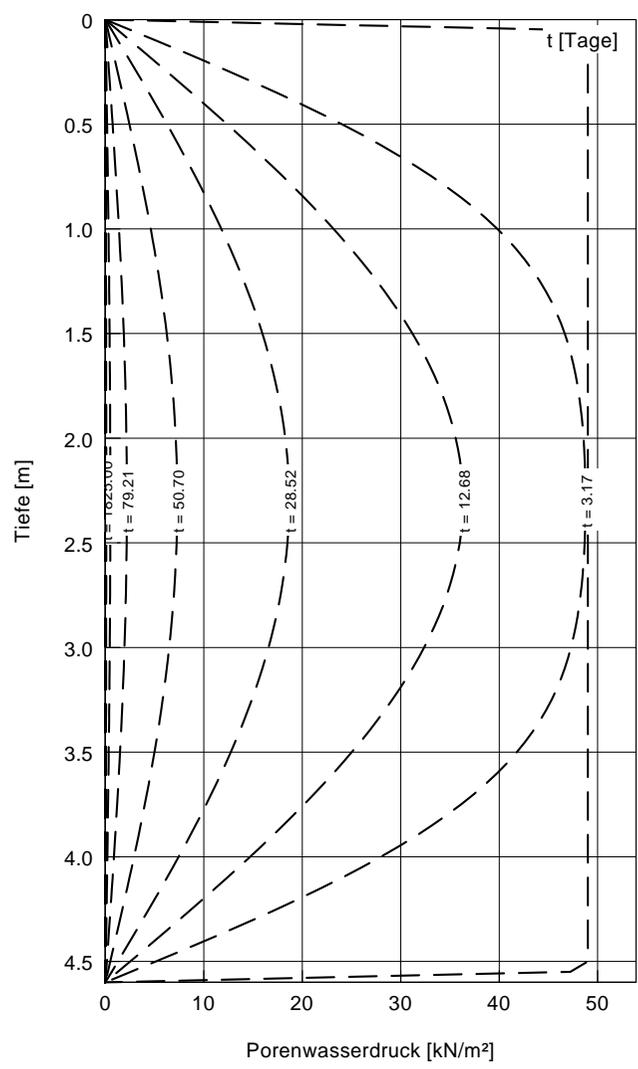
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 12.675 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 10.7 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 15.7 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{B\log}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	Klei mit Sandlagen

Bodenprofil: DS 17 und B 2

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.012	0.1
3.17	0.263	2.8
12.68	0.525	5.6
28.52	0.758	8.1
50.70	0.905	9.7
79.21	0.972	10.4
114.06	0.994	10.7
155.25	0.999	10.7
202.78	1.000	10.7
256.64	1.000	10.7
316.84	1.000	10.7
383.38	1.000	10.7
456.25	1.000	10.7
535.46	1.000	10.7
621.01	1.000	10.7
712.89	1.000	10.7
811.11	1.000	10.7
915.67	1.000	10.7
1026.60	1.000	10.7
1143.80	1.000	10.7
1267.40	1.000	10.7
1397.30	1.000	10.7
1533.50	1.000	10.7
1676.10	1.000	10.7
1825.00	1.000	10.7

5 Jahren



Porenwasserdruck [kN/m<sup>2</sup>]

Zeit [Tage]

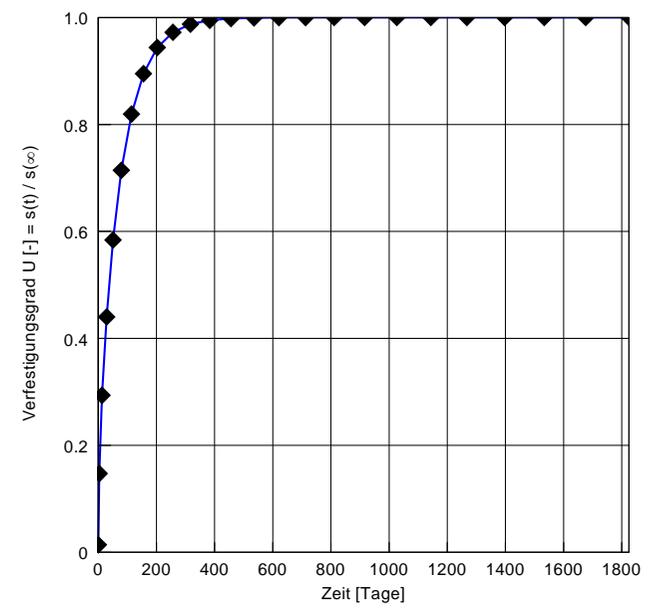
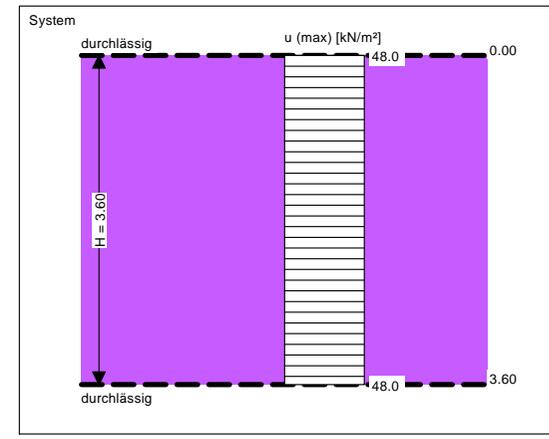
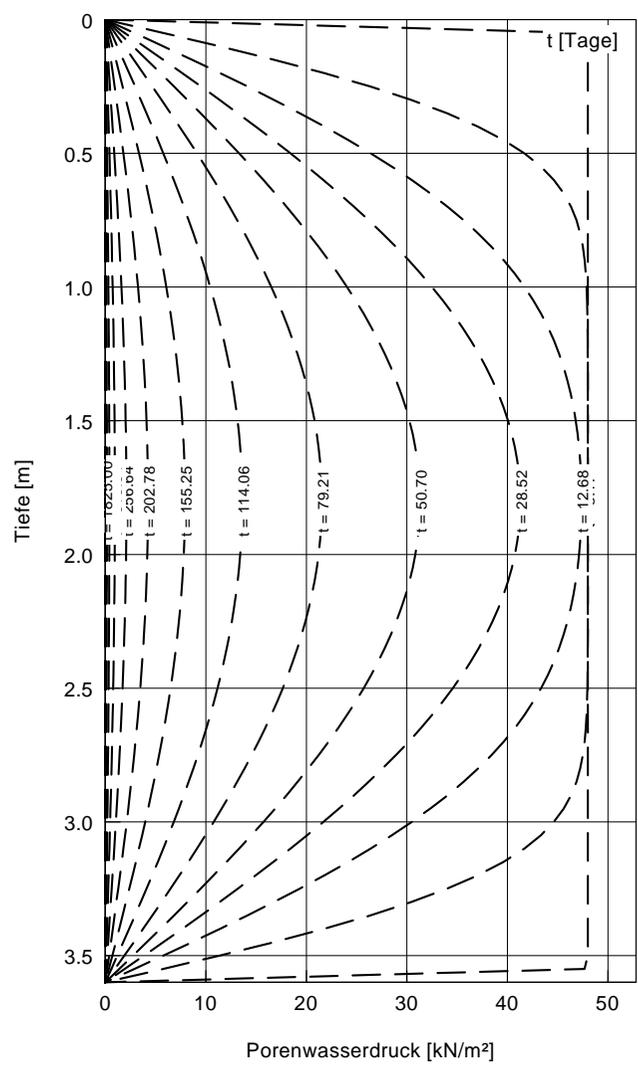
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 50.695 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 8.6 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 13.7 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blog}$ [-]	Bezeichnung
	2.0	$1.00 \cdot 10^{-9}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$	0.0090	Klei

Bodenprofil: 1718/12/0019/B

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.014	0.1
3.17	0.147	1.3
12.68	0.294	2.5
28.52	0.440	3.8
50.70	0.584	5.0
79.21	0.714	6.2
114.06	0.819	7.1
155.25	0.895	7.7
202.78	0.944	8.2
256.64	0.972	8.4
316.84	0.987	8.5
383.38	0.995	8.6
456.25	0.998	8.6
535.46	0.999	8.6
621.01	1.000	8.6
712.89	1.000	8.6
811.11	1.000	8.6
915.67	1.000	8.6
1026.60	1.000	8.6
1143.80	1.000	8.6
1267.40	1.000	8.6
1397.30	1.000	8.6
1533.50	1.000	8.6
1676.10	1.000	8.6
1825.00	1.000	8.6

5 Jahren



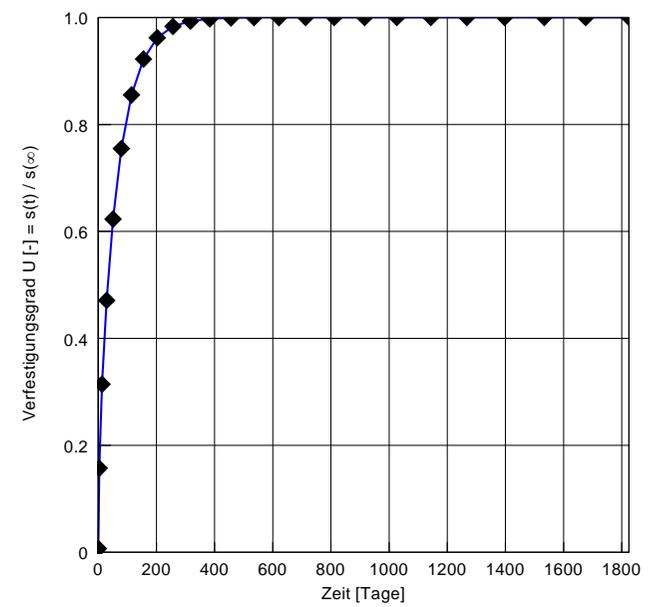
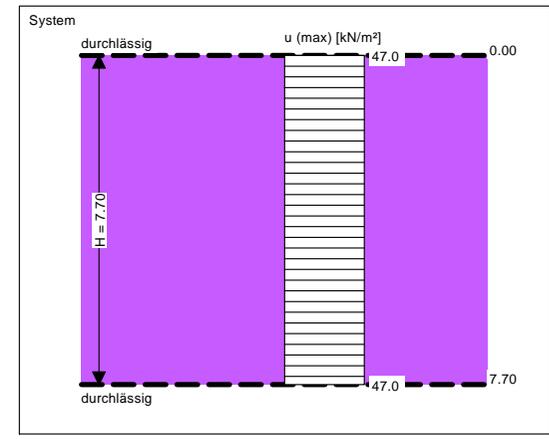
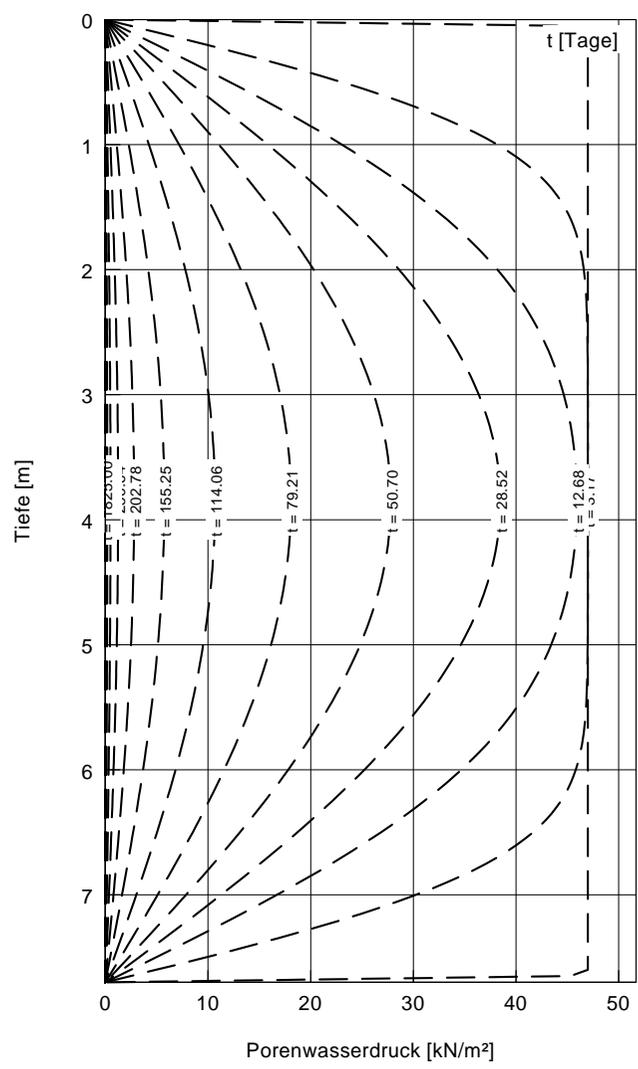
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 28.517 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 17.2 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 24.2 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blog}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	Klei mit Sandlagen

Bodenprofil: 1718/12/0016/B

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.007	0.1
3.17	0.157	2.7
12.68	0.314	5.4
28.52	0.471	8.1
50.70	0.623	10.7
79.21	0.755	13.0
114.06	0.855	14.7
155.25	0.922	15.9
202.78	0.962	16.6
256.64	0.983	16.9
316.84	0.993	17.1
383.38	0.998	17.2
456.25	0.999	17.2
535.46	1.000	17.2
621.01	1.000	17.2
712.89	1.000	17.2
811.11	1.000	17.2
915.67	1.000	17.2
1026.60	1.000	17.2
1143.80	1.000	17.2
1267.40	1.000	17.2
1397.30	1.000	17.2
1533.50	1.000	17.2
1676.10	1.000	17.2
1825.00	1.000	17.2

5 Jahren



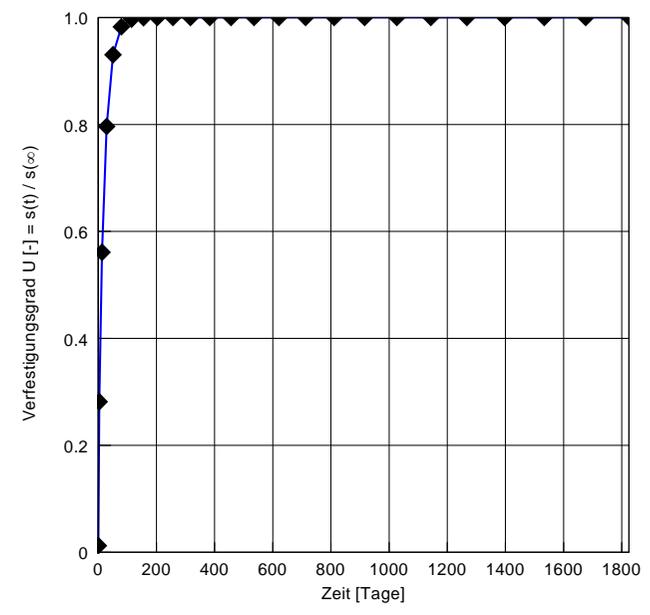
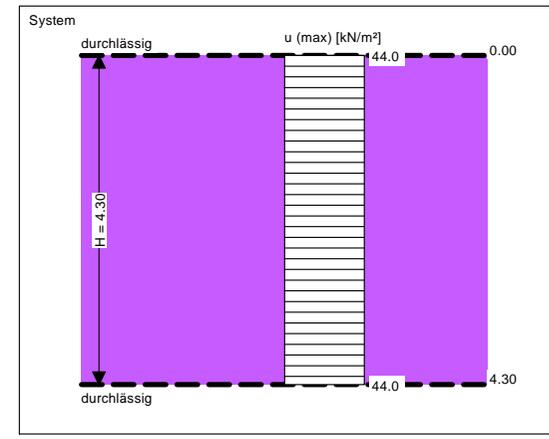
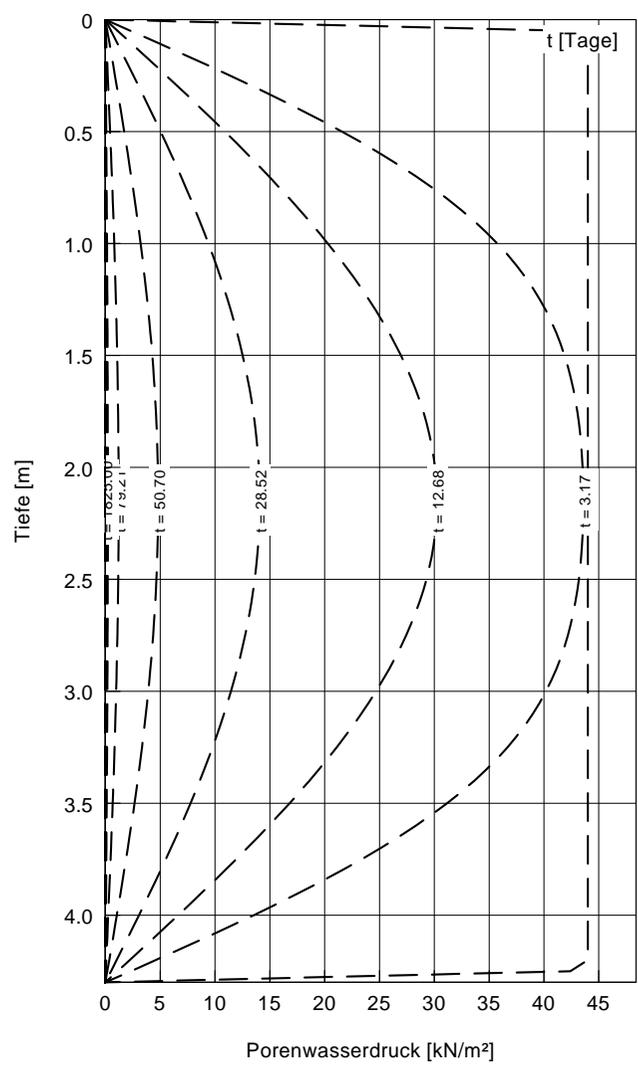
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 12.675 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 9.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 13.6 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blag}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	sandiger Klei

Bodenprofil: DS 26

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.012	0.1
3.17	0.282	2.5
12.68	0.561	5.1
28.52	0.796	7.2
50.70	0.930	8.4
79.21	0.983	8.9
114.06	0.997	9.0
155.25	1.000	9.0
202.78	1.000	9.0
256.64	1.000	9.0
316.84	1.000	9.0
383.38	1.000	9.0
456.25	1.000	9.0
535.46	1.000	9.0
621.01	1.000	9.0
712.89	1.000	9.0
811.11	1.000	9.0
915.67	1.000	9.0
1026.60	1.000	9.0
1143.80	1.000	9.0
1267.40	1.000	9.0
1397.30	1.000	9.0
1533.50	1.000	9.0
1676.10	1.000	9.0
1825.00	1.000	9.0

5 Jahren



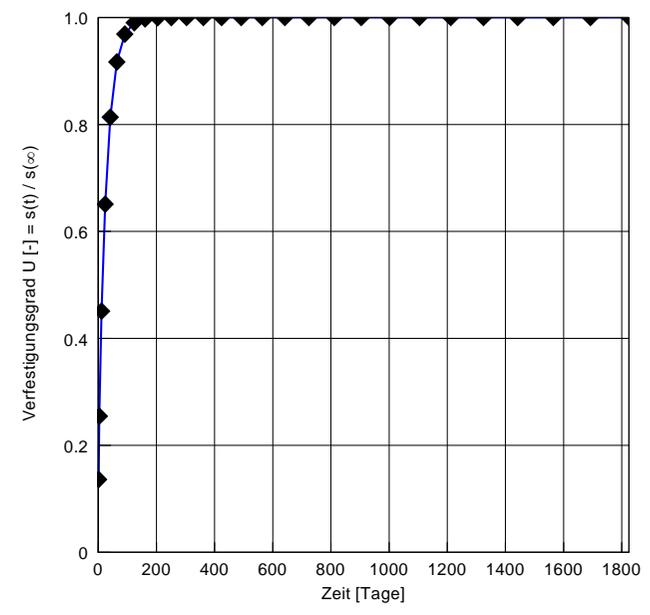
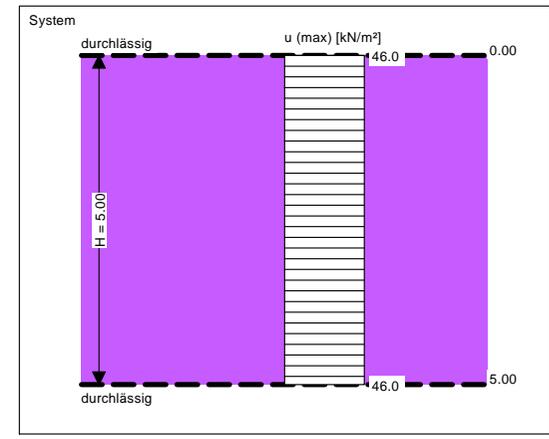
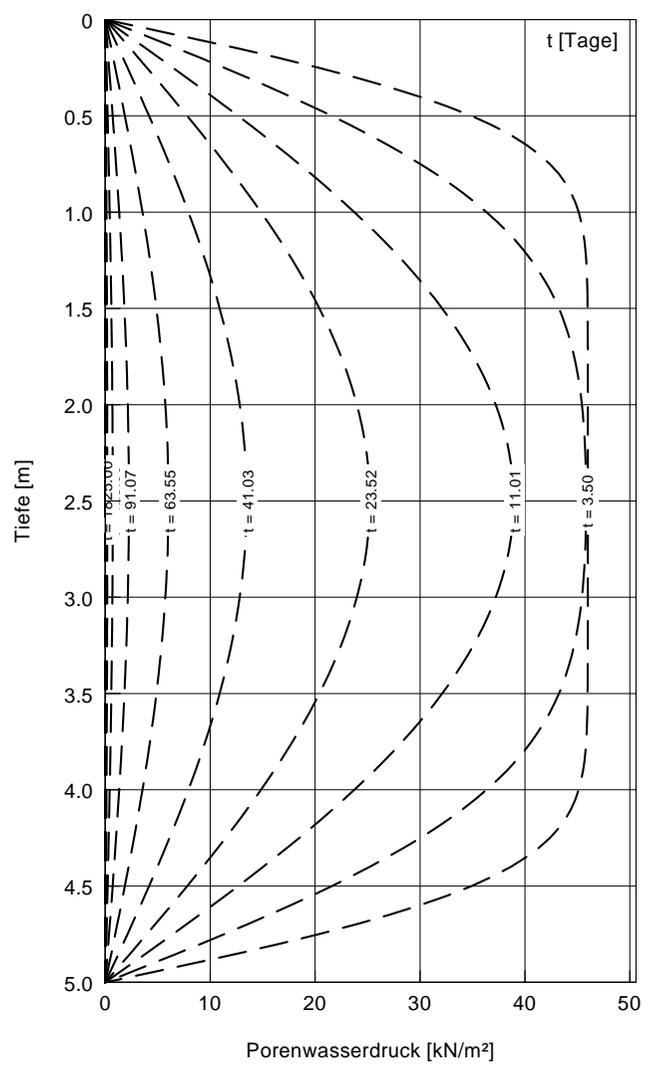
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 11.008 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 11.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 16.5 cm

Boden	Tiefe [m]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blog}$ [-]	Bezeichnung
	5.00	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	Klei mit Sandlagen

Bohrprofil: DS 28a und B 1

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
1.0	0.136	1.5
3.5	0.255	2.8
11.0	0.451	4.9
23.5	0.651	7.1
41.0	0.814	8.9
63.6	0.917	10.0
91.1	0.969	10.6
123.6	0.990	10.8
161.1	0.997	10.9
203.7	0.999	10.9
251.2	1.000	11.0
303.8	1.000	11.0
361.3	1.000	11.0
423.9	1.000	11.0
491.4	1.000	11.0
564.0	1.000	11.0
641.5	1.000	11.0
724.1	1.000	11.0
811.7	1.000	11.0
904.2	1.000	11.0
1001.8	1.000	11.0
1104.4	1.000	11.0
1212.0	1.000	11.0
1324.6	1.000	11.0
1442.2	1.000	11.0
1564.8	1.000	11.0
1692.4	1.000	11.0
1825.0	1.000	11.0

5 Jahren



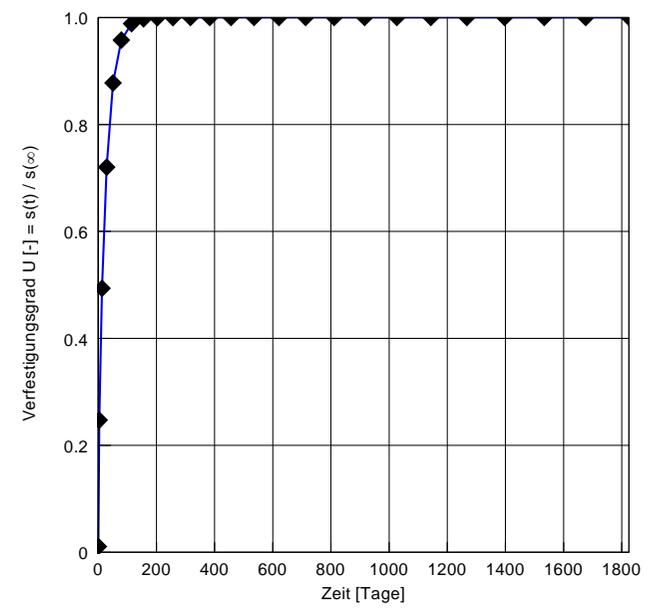
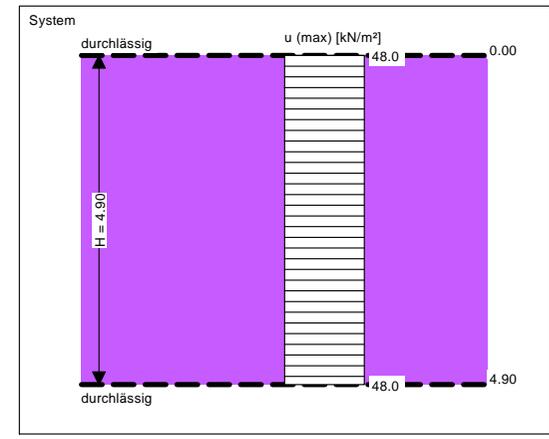
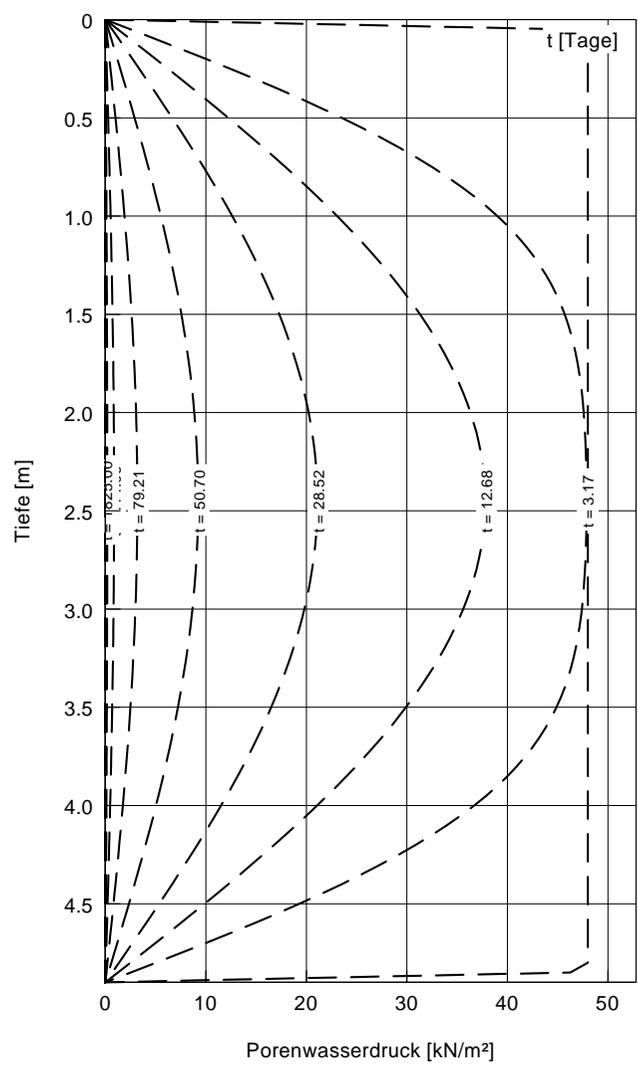
Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 12.675 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 11.2 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 16.5 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blög}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0050	Klei mit Sandlagen

Bodenprofil: DS 29a

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.011	0.1
3.17	0.247	2.8
12.68	0.494	5.5
28.52	0.720	8.1
50.70	0.878	9.8
79.21	0.958	10.7
114.06	0.988	11.1
155.25	0.998	11.2
202.78	1.000	11.2
256.64	1.000	11.2
316.84	1.000	11.2
383.38	1.000	11.2
456.25	1.000	11.2
535.46	1.000	11.2
621.01	1.000	11.2
712.89	1.000	11.2
811.11	1.000	11.2
915.67	1.000	11.2
1026.60	1.000	11.2
1143.80	1.000	11.2
1267.40	1.000	11.2
1397.30	1.000	11.2
1533.50	1.000	11.2
1676.10	1.000	11.2
1825.00	1.000	11.2

5 Jahren



### Vorbelastung mit 1,7 m Wasserbausteine

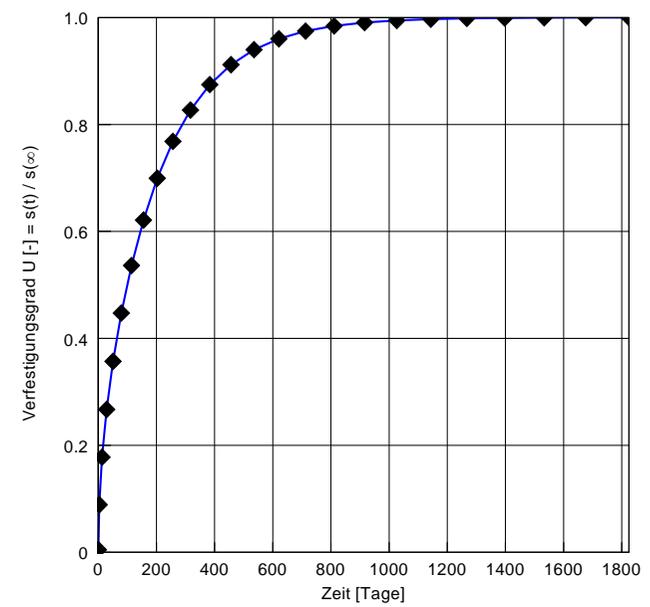
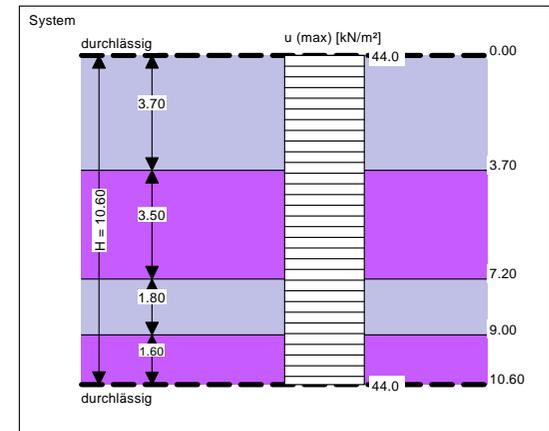
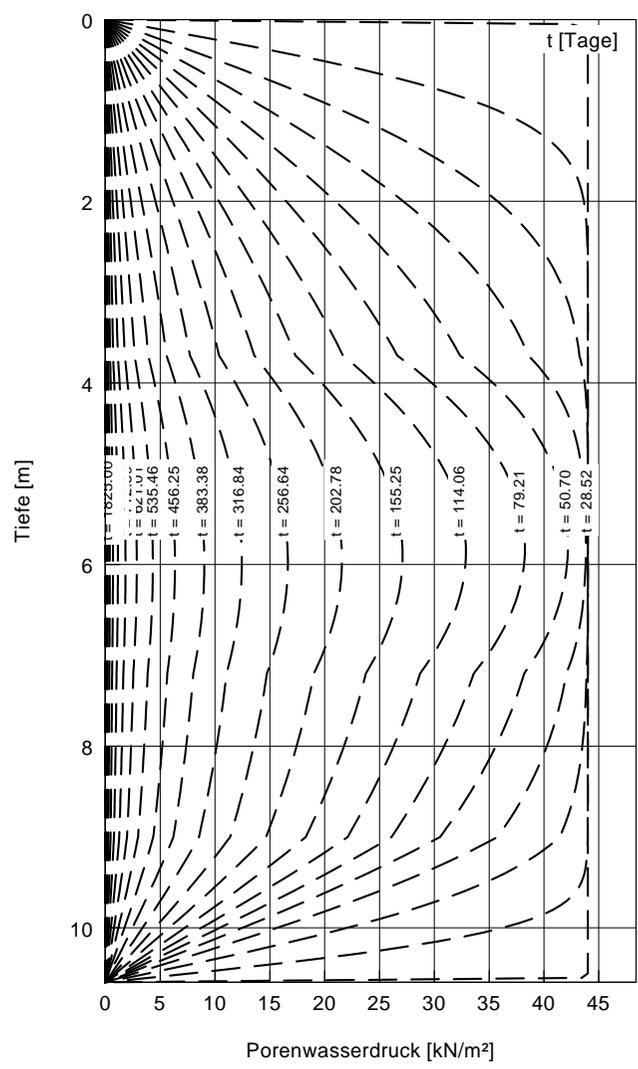
Bodenprofil: DS 5 und B 4  
 Holozäne Weichschichten

Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 114.06 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 24.0 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 25.3 cm

Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blog}$ [-]	Bezeichnung
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0010	sandiger Klei
	1.8	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$3.60 \cdot 10^{-7}$	0.0010	Klei
	2.1	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$1.05 \cdot 10^{-6}$	0.0010	sandiger Klei
	1.8	$2.00 \cdot 10^{-9}$	$3.60 \cdot 10^{-7}$	0.0010	Klei

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.005	0.1
3.17	0.089	2.1
12.68	0.178	4.3
28.52	0.267	6.4
50.70	0.357	8.6
79.21	0.447	10.7
114.06	0.536	12.9
155.25	0.621	14.9
202.78	0.699	16.8
256.64	0.768	18.4
316.84	0.827	19.8
383.38	0.875	21.0
456.25	0.912	21.9
535.46	0.940	22.5
621.01	0.960	23.0
712.89	0.974	23.4
811.11	0.984	23.6
915.67	0.990	23.8
1026.60	0.994	23.9
1143.80	0.997	23.9
1267.40	0.998	23.9
1397.30	0.999	24.0
1533.50	1.000	24.0
1676.10	1.000	24.0
1825.00	1.000	24.0

5 Jahren



### Vorbelastung mit 1,7 m Wasserbausteine

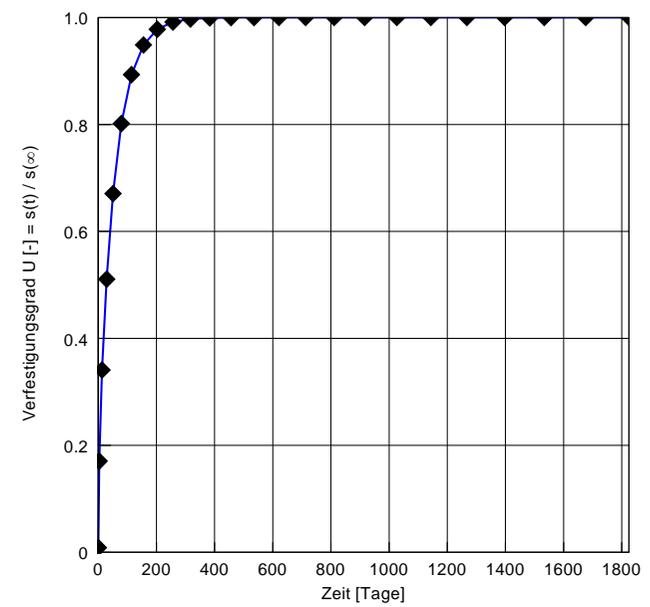
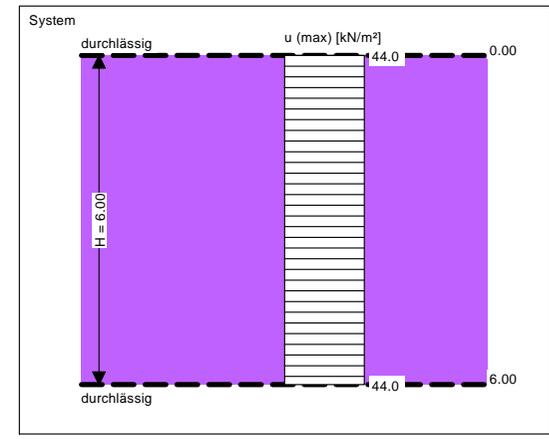
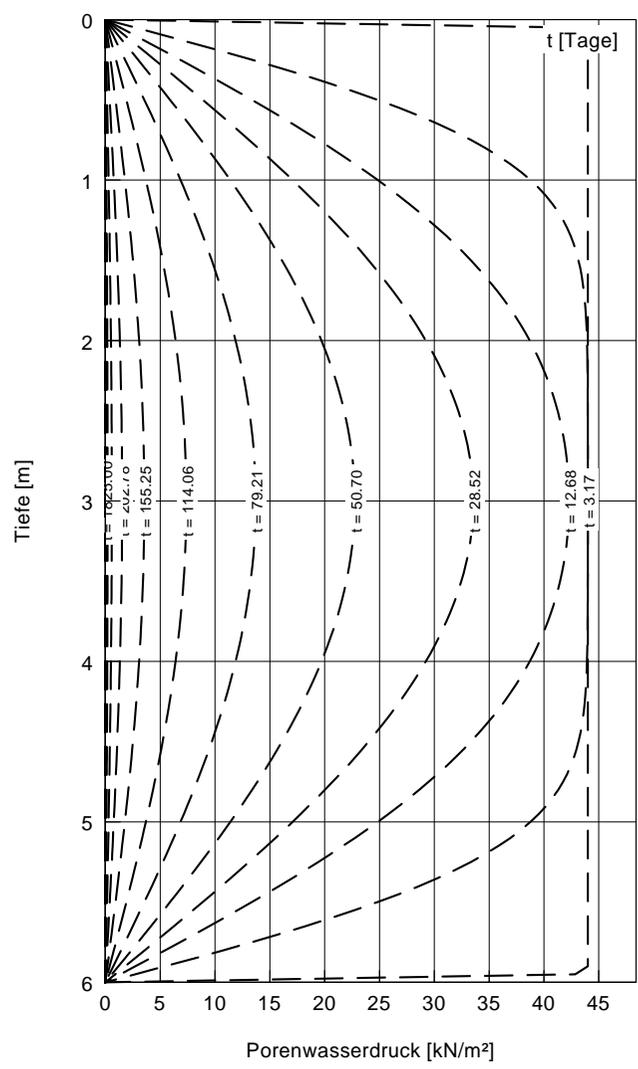
Bodenprofil: DS 5 und B 4  
 Klei des Dammkerns

Eindimensionale Konsolidationstheorie  
 Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m  
 Beginn Sekundärsetzungen: 28.517 Tage  
 Gesucht ab Verfestigungsgrad von 60.00 %  
 Endsetzung = 17.6 cm  
 Endsetzung (sekundär) = 23.0 cm

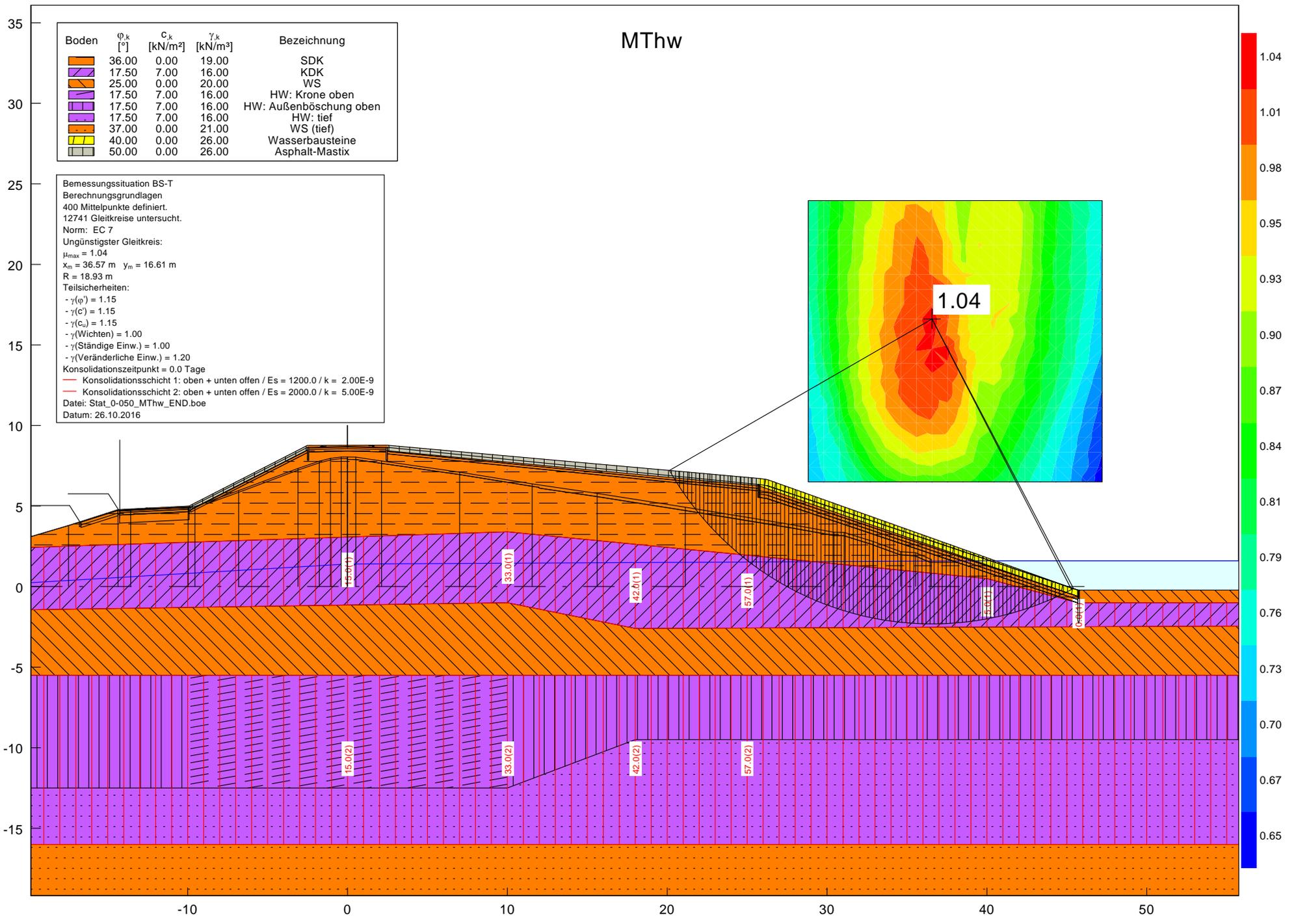
Boden	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]	$C_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$C_{Blog}$ [-]	Bezeichnung
	1.5	$5.00 \cdot 10^{-9}$	$7.50 \cdot 10^{-7}$	0.0050	KDK

Zeit [Tage]	U [-]	s [cm]
0.00	0.009	0.2
3.17	0.171	3.0
12.68	0.341	6.0
28.52	0.511	9.0
50.70	0.671	11.8
79.21	0.802	14.1
114.06	0.893	15.7
155.25	0.949	16.7
202.78	0.978	17.2
256.64	0.992	17.5
316.84	0.997	17.5
383.38	0.999	17.6
456.25	1.000	17.6
535.46	1.000	17.6
621.01	1.000	17.6
712.89	1.000	17.6
811.11	1.000	17.6
915.67	1.000	17.6
1026.60	1.000	17.6
1143.80	1.000	17.6
1267.40	1.000	17.6
1397.30	1.000	17.6
1533.50	1.000	17.6
1676.10	1.000	17.6
1825.00	1.000	17.6

5 Jahren



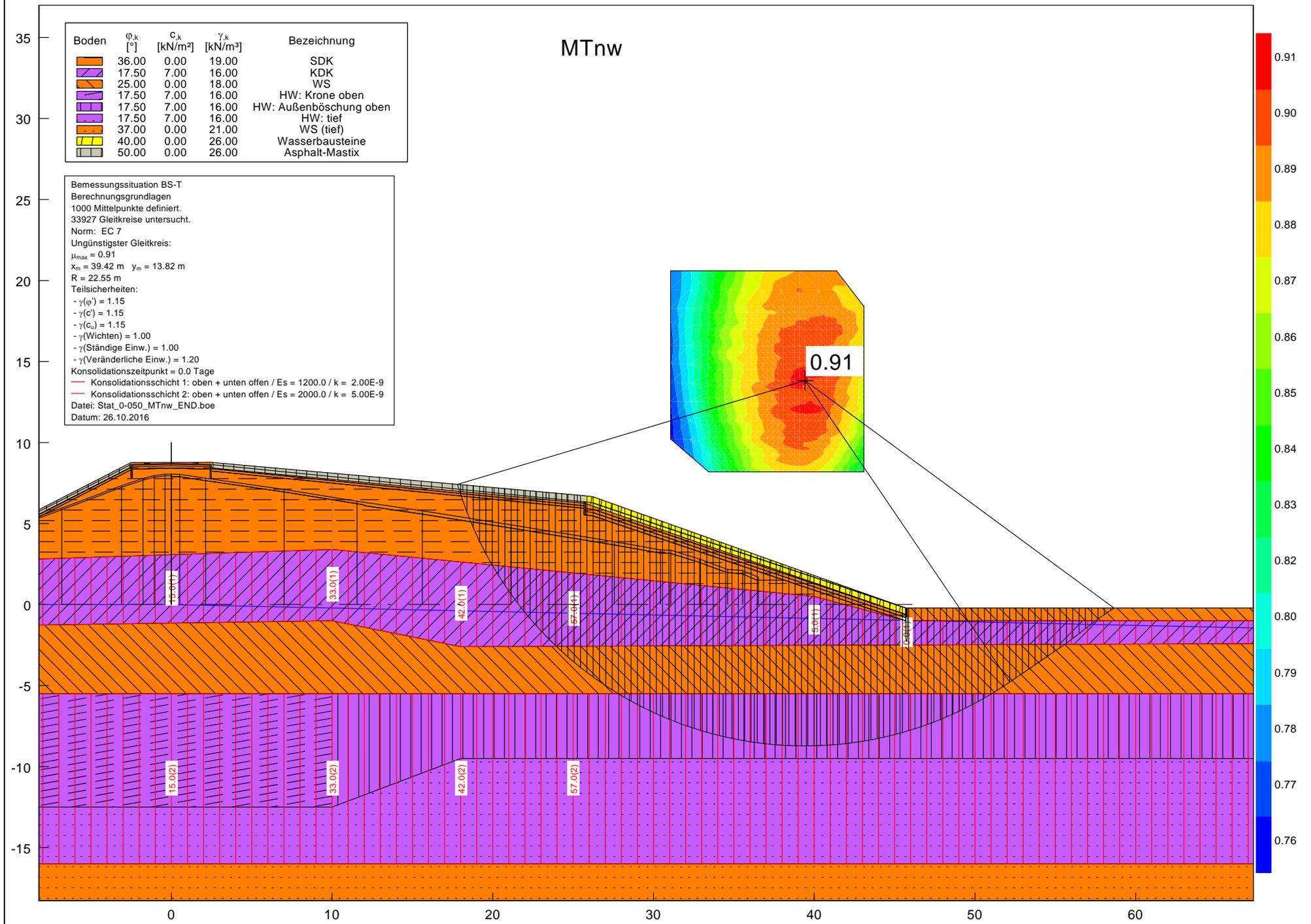
MThw



MTnw

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	18.00	WS
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 1000 Mittelpunkte definiert.  
 33927 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.91$   
 $x_m = 39.42$  m  $y_m = 13.82$  m  
 $R = 22.55$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$   
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0$  /  $k = 5.00E-9$   
 Datei: Stat\_0-050\_MTNw\_END.boe  
 Datum: 26.10.2016



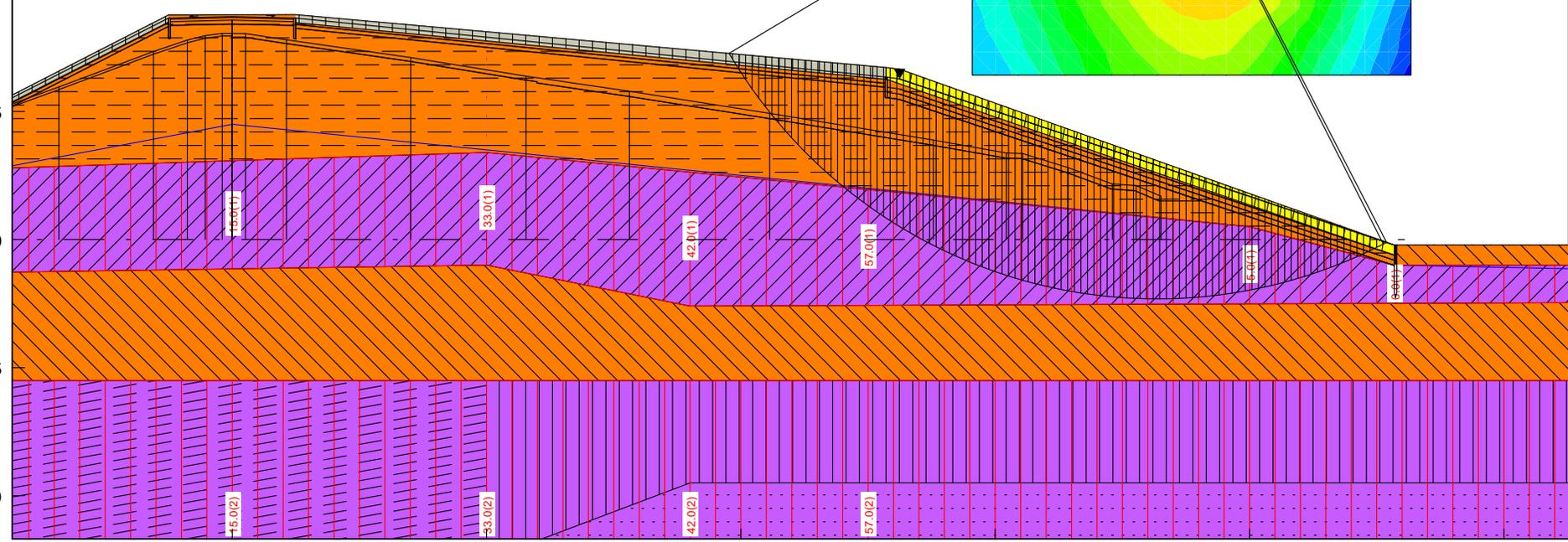
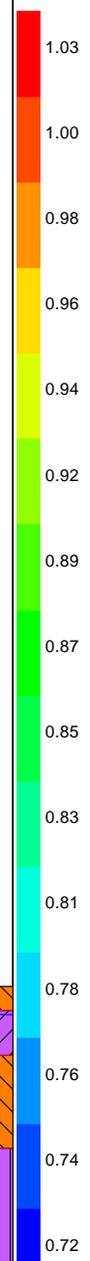
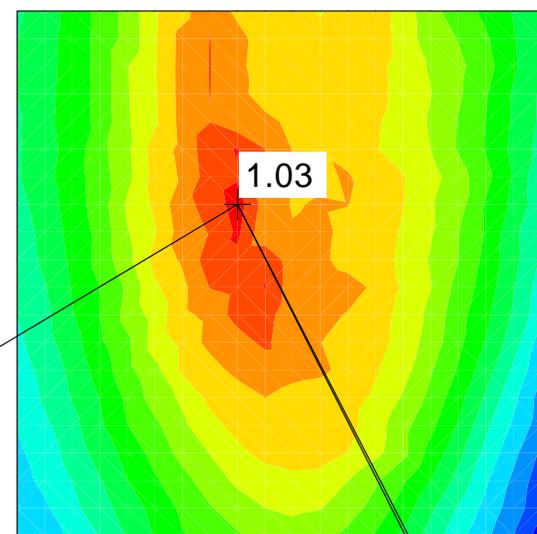
### Ablaufendes Hochwasser

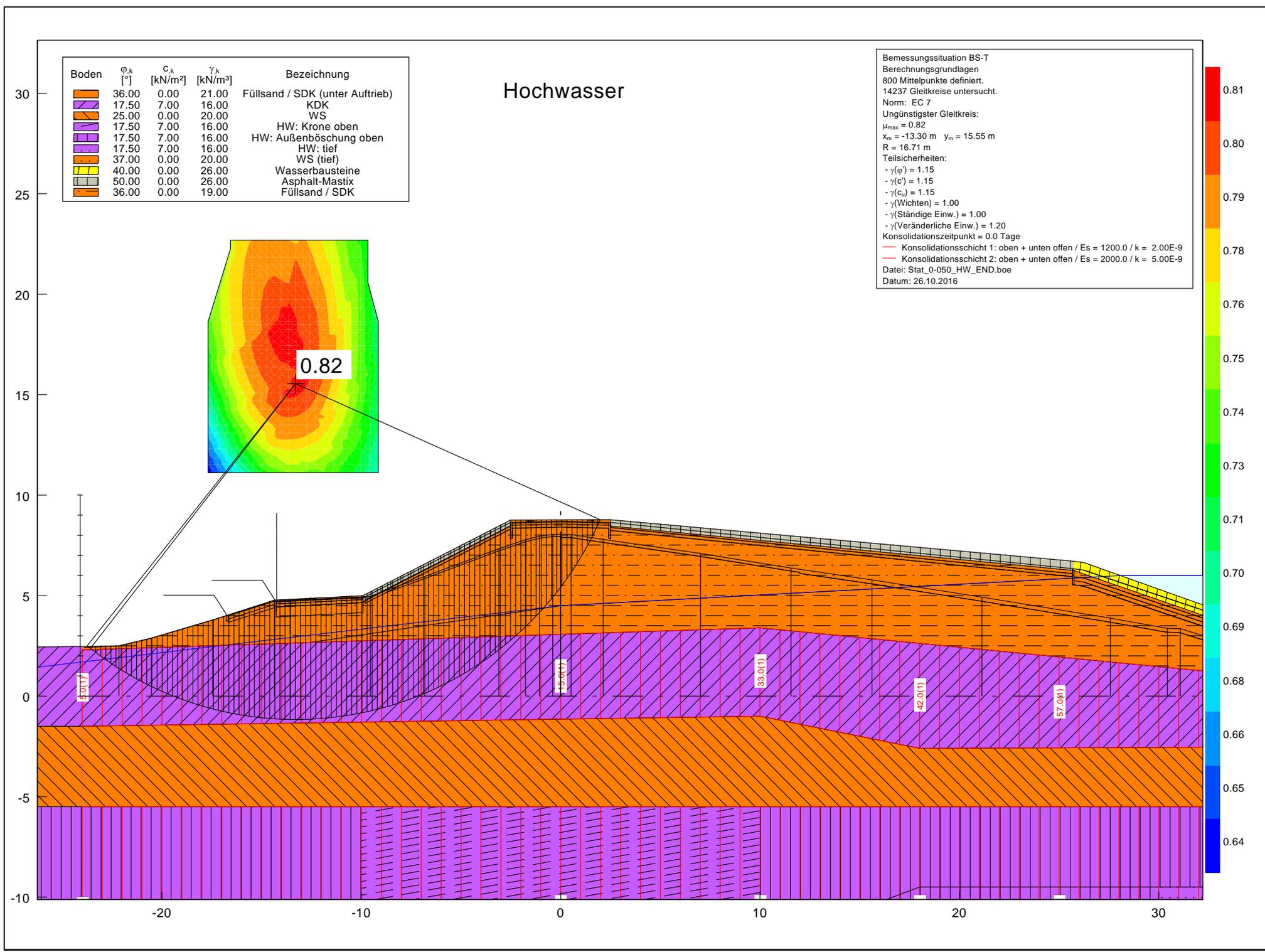
Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Orange]	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
[Lila]	17.50	7.00	16.00	KDK
[Orange]	25.00	0.00	20.00	WS (unter Auftrieb)
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: tief
[Orange]	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
[Gelb]	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
[Grau]	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
[Orange]	25.00	0.00	18.00	WS

**Bemessungssituation BS-T**  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 12962 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $H_{max} = 1.03$   
 $x_m = 36.36$  m  $y_m = 17.25$  m  
 $R = 19.57$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$   
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0$  /  $k = 5.00E-9$   
 Datei: Stat\_0-050\_AblaufendesHW\_END.boe  
 Datum: 26.10.2016

30  
25  
20  
15  
10  
5  
0  
-5  
-10

0 10 20 30 40 50



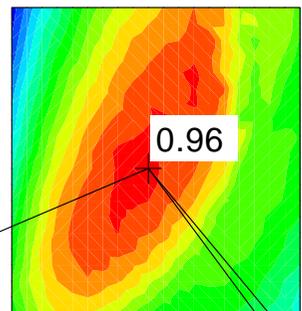
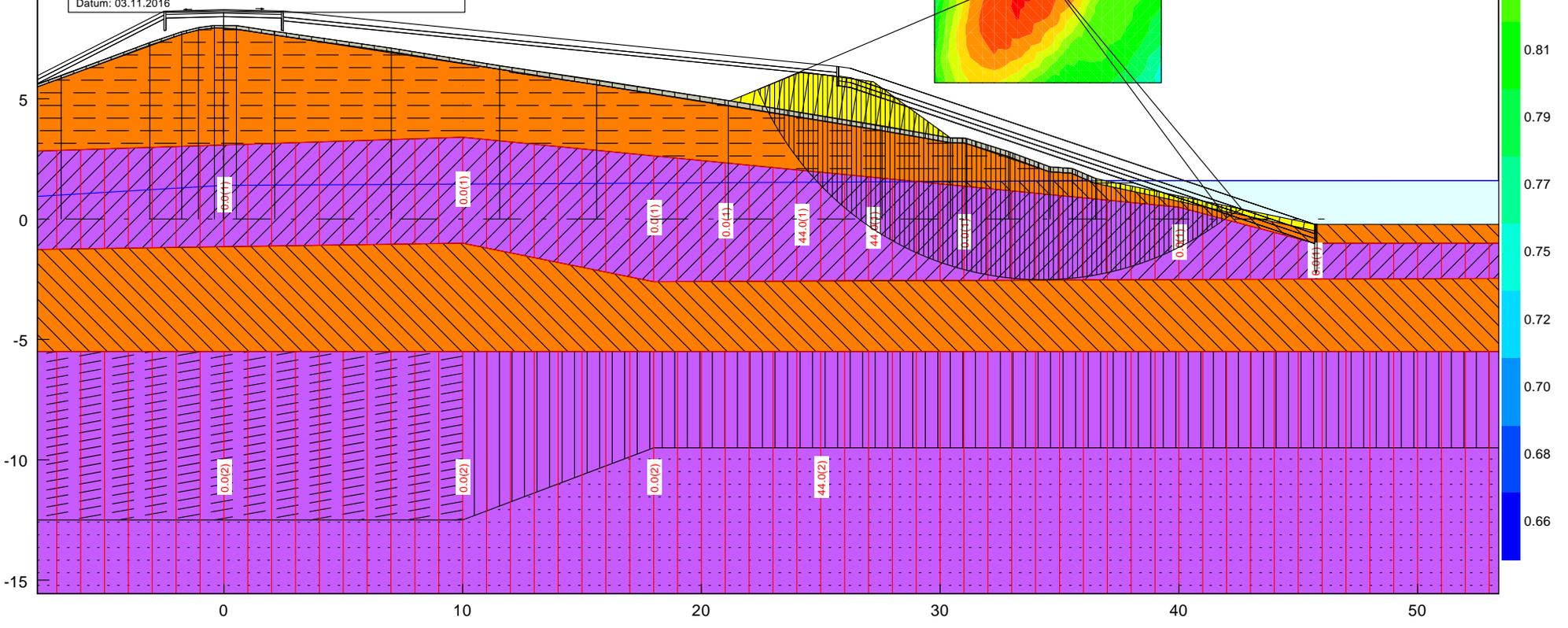


MThw

Vorbelastung mit Wasserbausteine:  
 1. Phase: 1,7 m hoch 2 m Breit am geplanten  
 Übergang Deckwerk - Außenböschung

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 14625 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.96$   
 $x_m = 34.27$  m  $y_m = 10.40$  m  
 $R = 12.91$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0 / k = 2.00E-9$   
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0 / k = 5.00E-9$   
 Datei: Stat\_0-050\_MThw\_END\_Vorbelastung\_Stufe01.boe  
 Datum: 03.11.2016



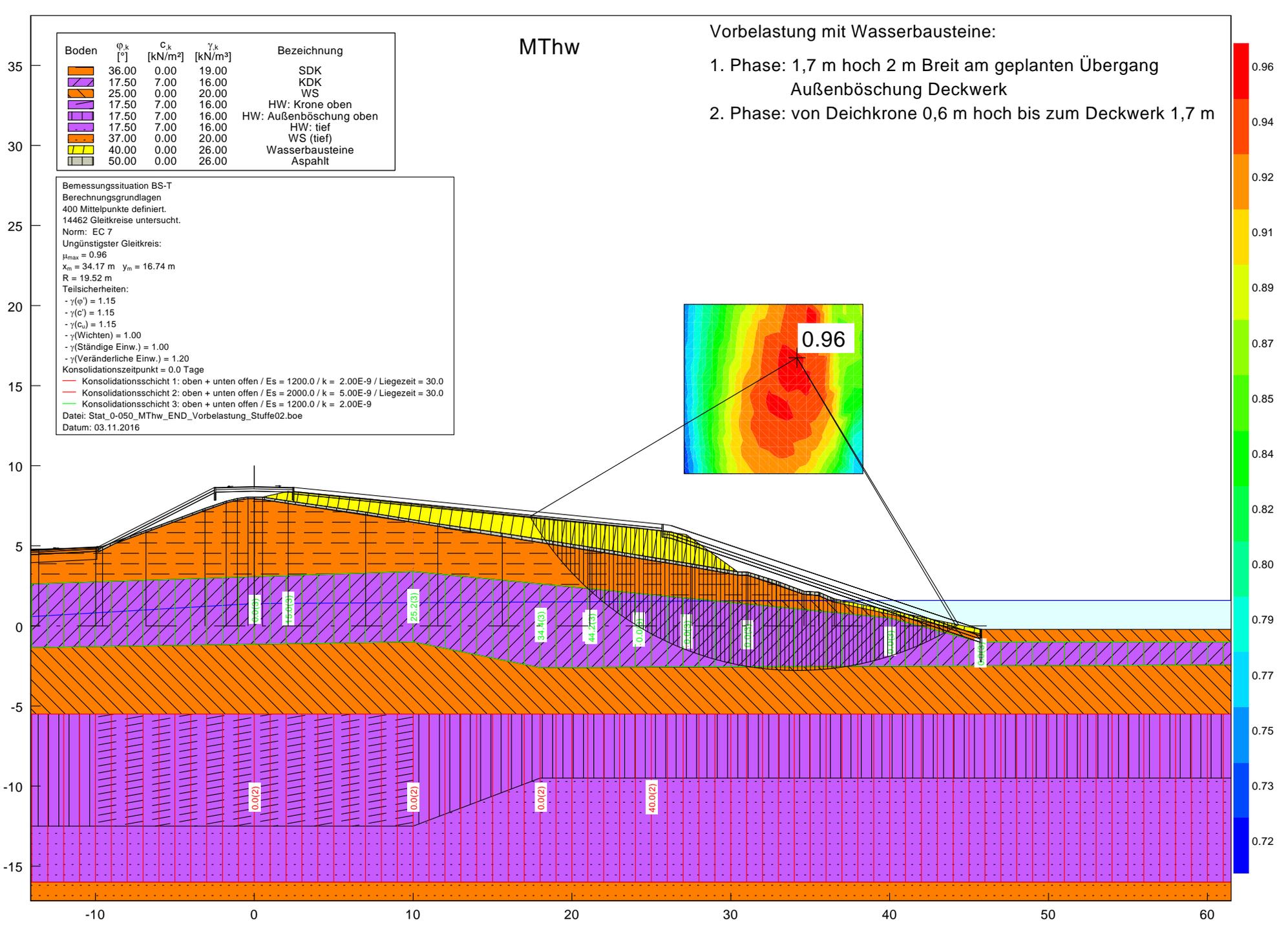
MThw

Vorbelastung mit Wasserbausteine:

1. Phase: 1,7 m hoch 2 m Breit am geplanten Übergang Außenböschung Deckwerk
2. Phase: von Deichkrone 0,6 m hoch bis zum Deckwerk 1,7 m

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Orange]	36.00	0.00	19.00	SDK
[Purple]	17.50	7.00	16.00	KDK
[Orange]	25.00	0.00	20.00	WS
[Purple]	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
[Purple]	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
[Purple]	17.50	7.00	16.00	HW: tief
[Orange]	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
[Yellow]	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
[Grey]	50.00	0.00	26.00	Asphalt

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 14462 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.96$   
 $x_m = 34.17$  m  $y_m = 16.74$  m  
 $R = 19.52$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$  / Liegezeit = 30.0  
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0$  /  $k = 5.00E-9$  / Liegezeit = 30.0  
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$   
 Datei: Stat\_0-050\_MThw\_END\_Vorbelastung\_Stufe02.boe  
 Datum: 03.11.2016

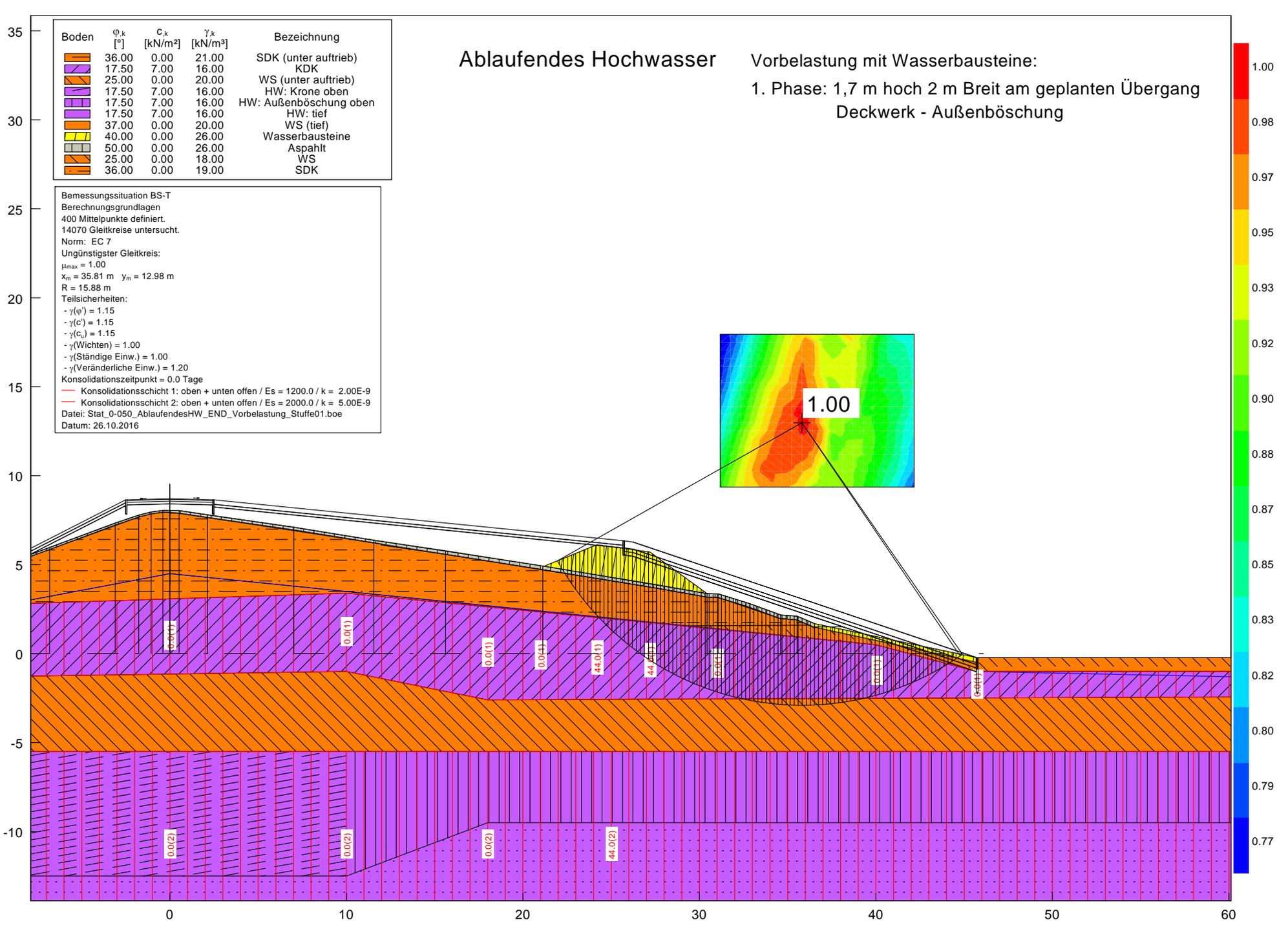


### Ablaufendes Hochwasser

Vorbelastung mit Wasserbausteine:  
 1. Phase: 1,7 m hoch 2 m Breit am geplanten Übergang  
 Deckwerk - Außenböschung

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	SDK (unter auftrieb)
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS (unter auftrieb)
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt
	25.00	0.00	18.00	WS
	36.00	0.00	19.00	SDK

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 14070 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.00$   
 $x_m = 35.81$  m  $y_m = 12.98$  m  
 $R = 15.88$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0 / k = 2.00E-9$   
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0 / k = 5.00E-9$   
 Datei: Stat\_0-050\_AblaufendesHW\_END\_Vorbelastung\_Stufe01.boe  
 Datum: 26.10.2016



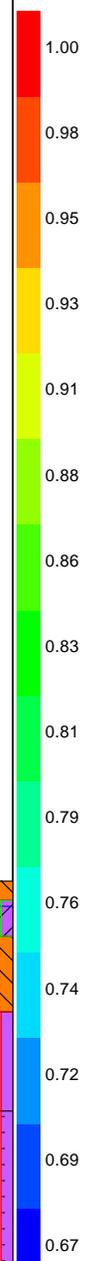
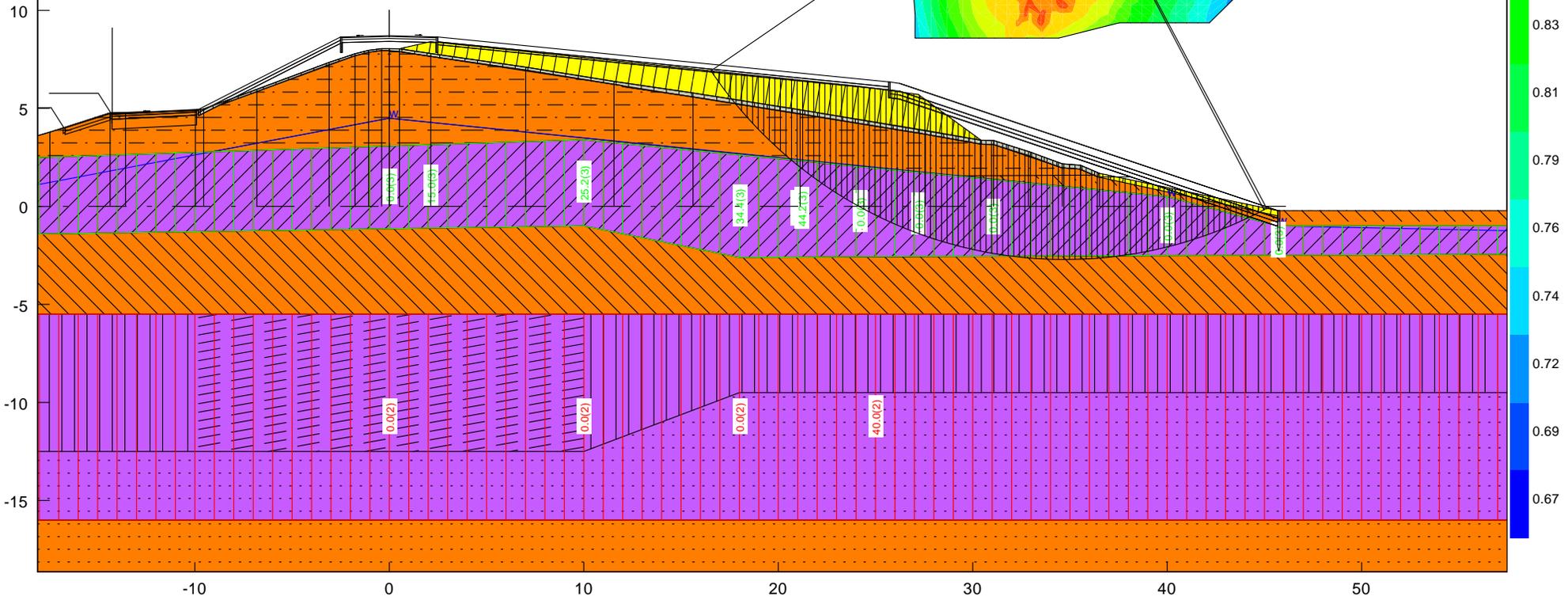
### Ablaufendes Hochwasser

### Vorbelastung mit Wasserbausteine:

1. Phase: 1,7 m hoch 2 m Breit am geplanten Übergang  
Deckwerk - Außenböschung
2. Phase: von Deichkrone 0,6 m hoch bis zum Deckwerk 1,7 m

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	SDK (unter auftrieb)
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS (unter auftrieb)
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt
	25.00	0.00	18.00	WS
	36.00	0.00	19.00	SDK

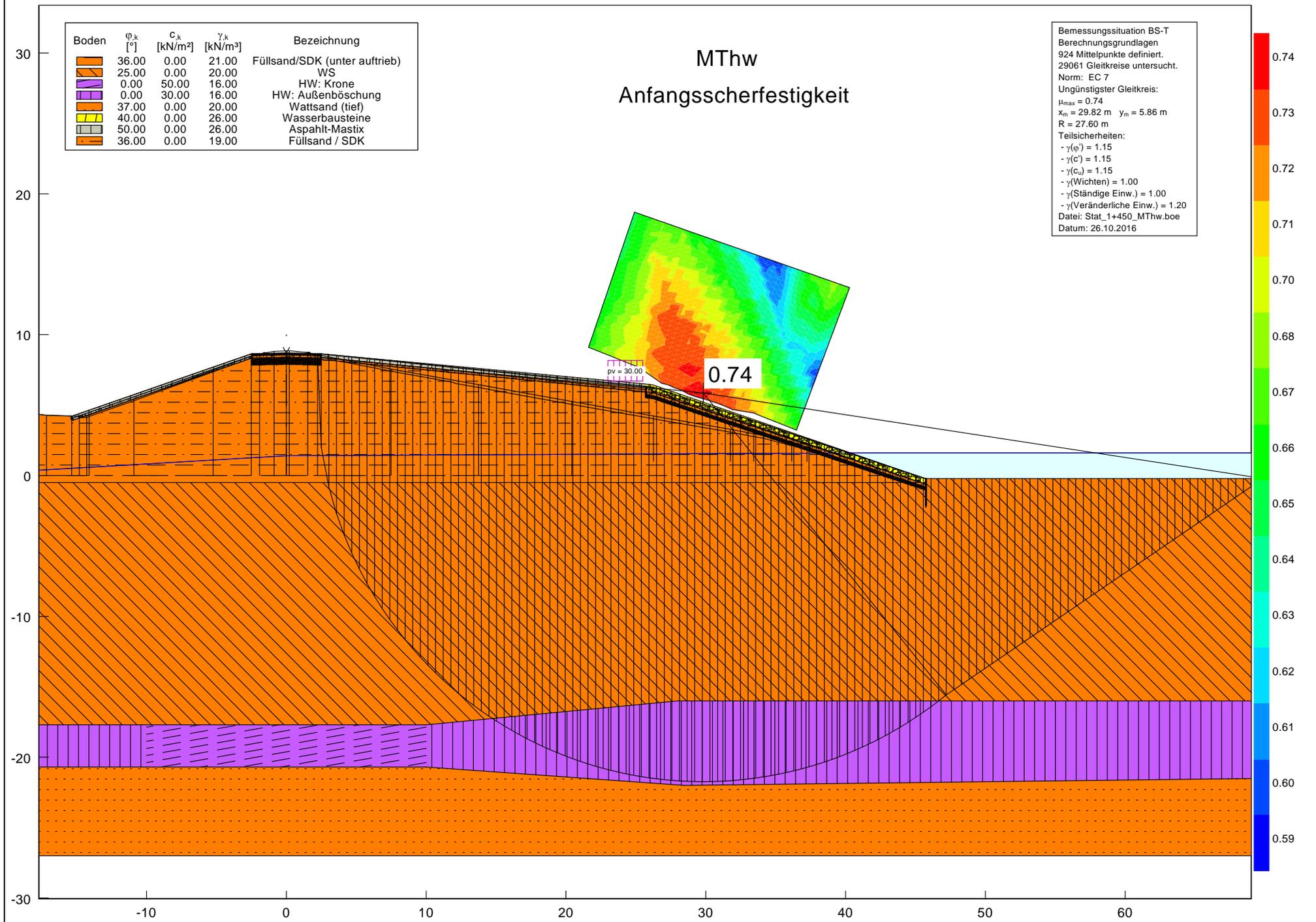
Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.00$   
 $x_m = 34.72$  m  $y_m = 19.29$  m  
 $R = 22.00$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 - Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$  / Liegezeit = 30.0  
 - Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0$  /  $k = 5.00E-9$  / Liegezeit = 30.0  
 - Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0$  /  $k = 2.00E-9$   
 Datum: 03.11.2016

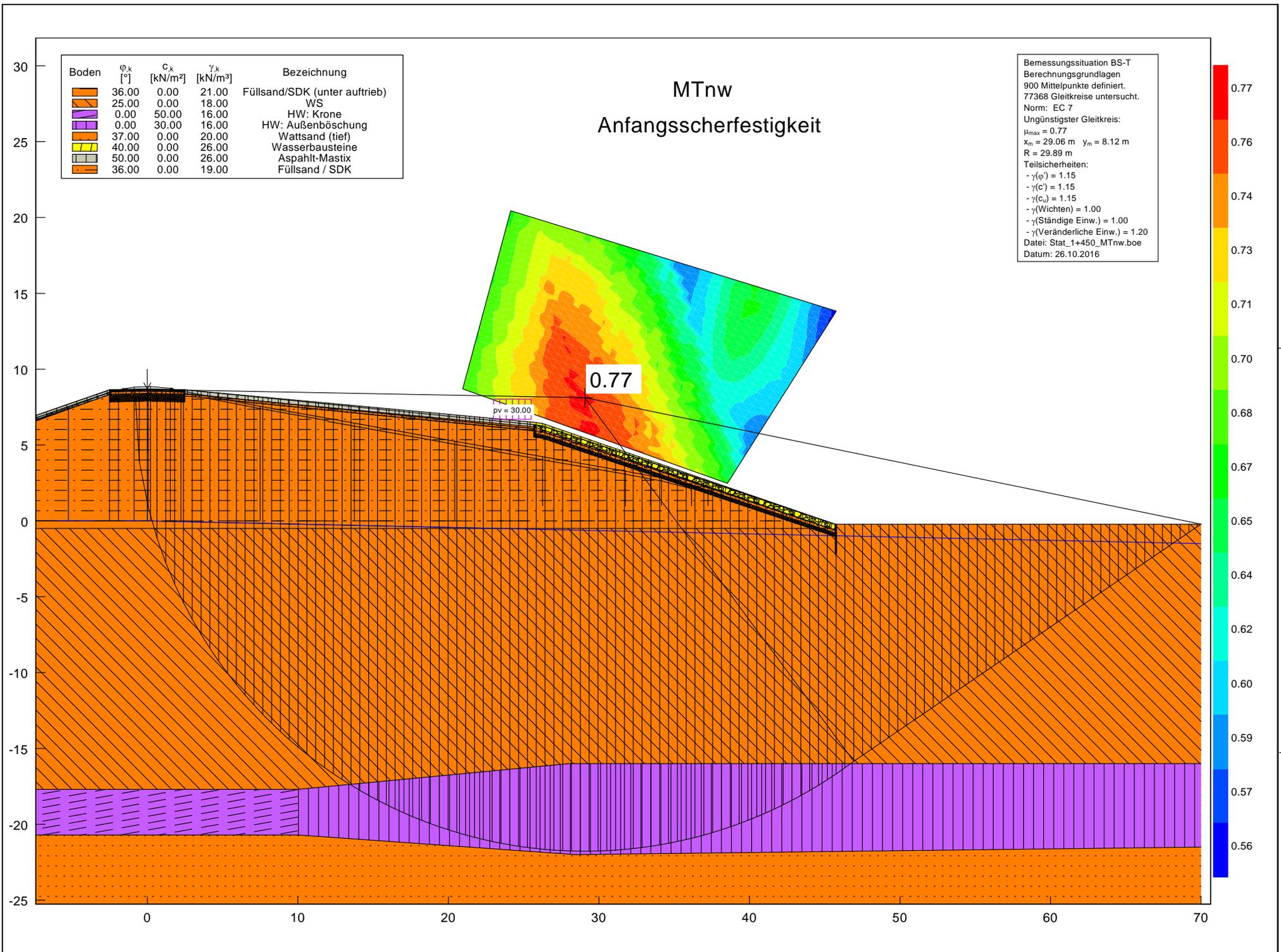


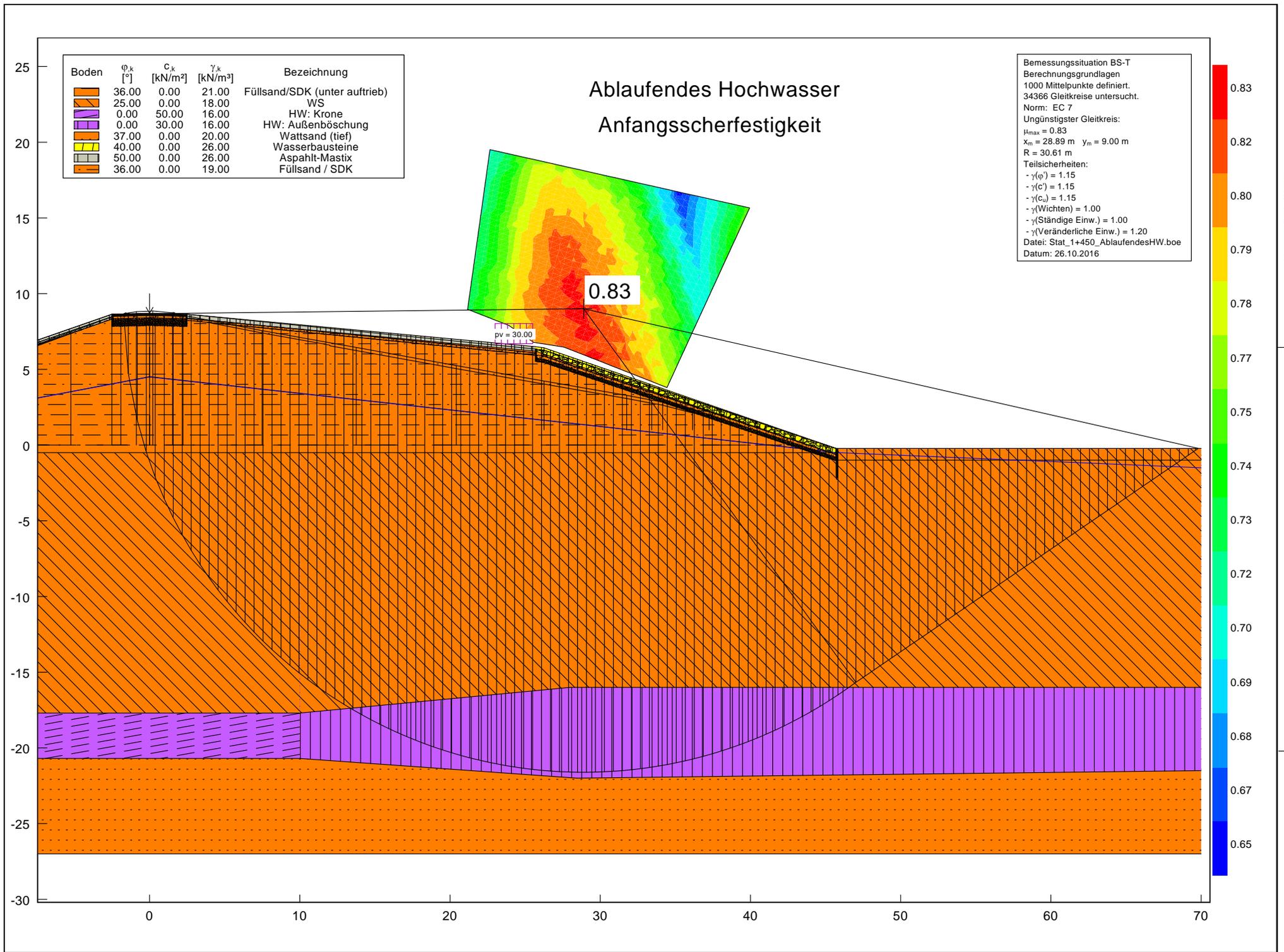
MThw  
 Anfangsscherfestigkeit

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	50.00	16.00	HW: Krone
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 924 Mittelpunkte definiert.  
 29061 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.74$   
 $x_m = 29.82 \text{ m}$   $y_m = 5.86 \text{ m}$   
 $R = 27.60 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: Stat\_1+450\_MThw.boe  
 Datum: 26.10.2016





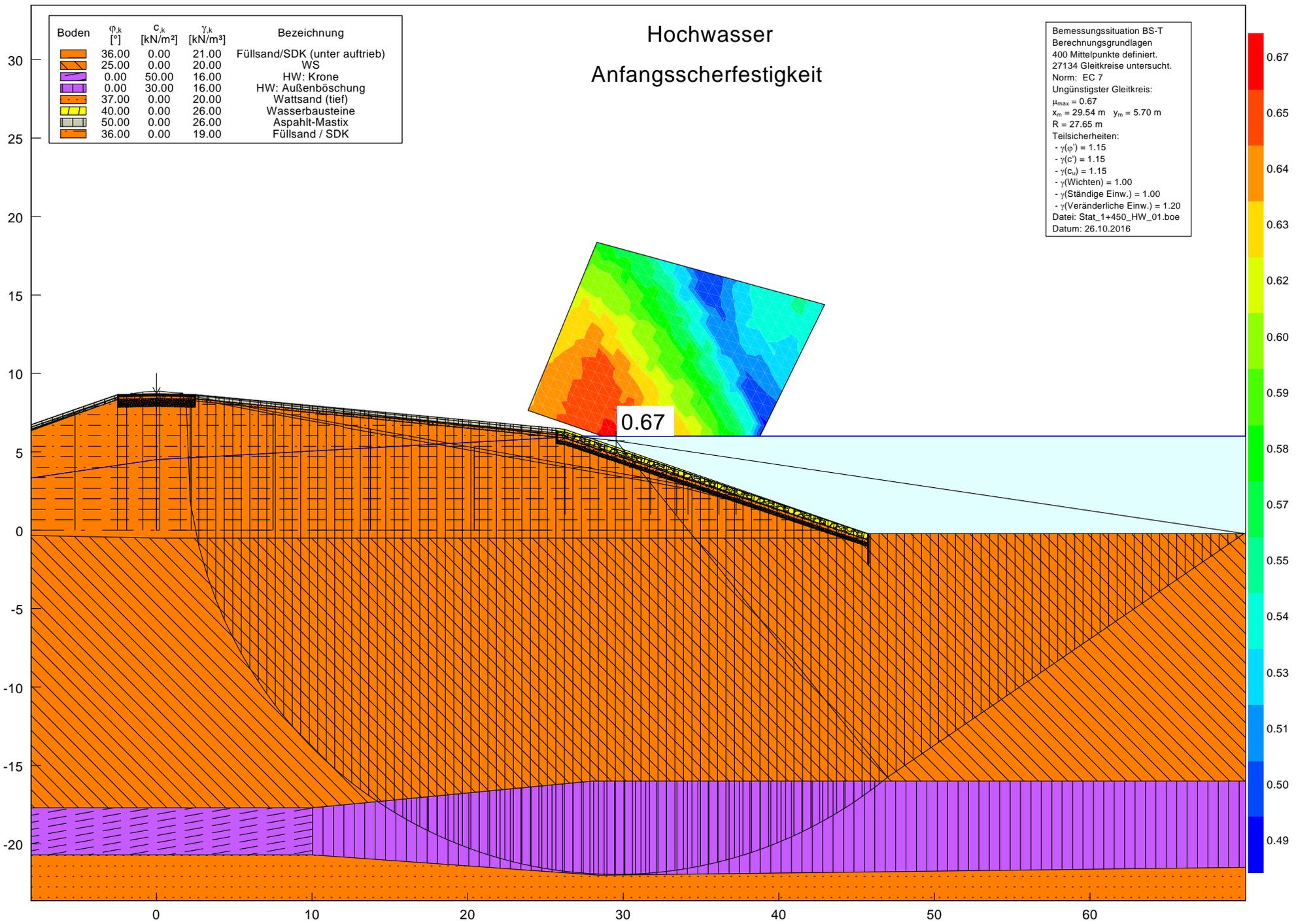
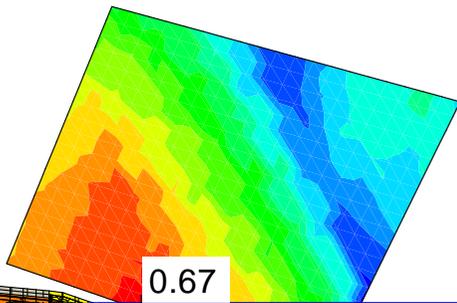


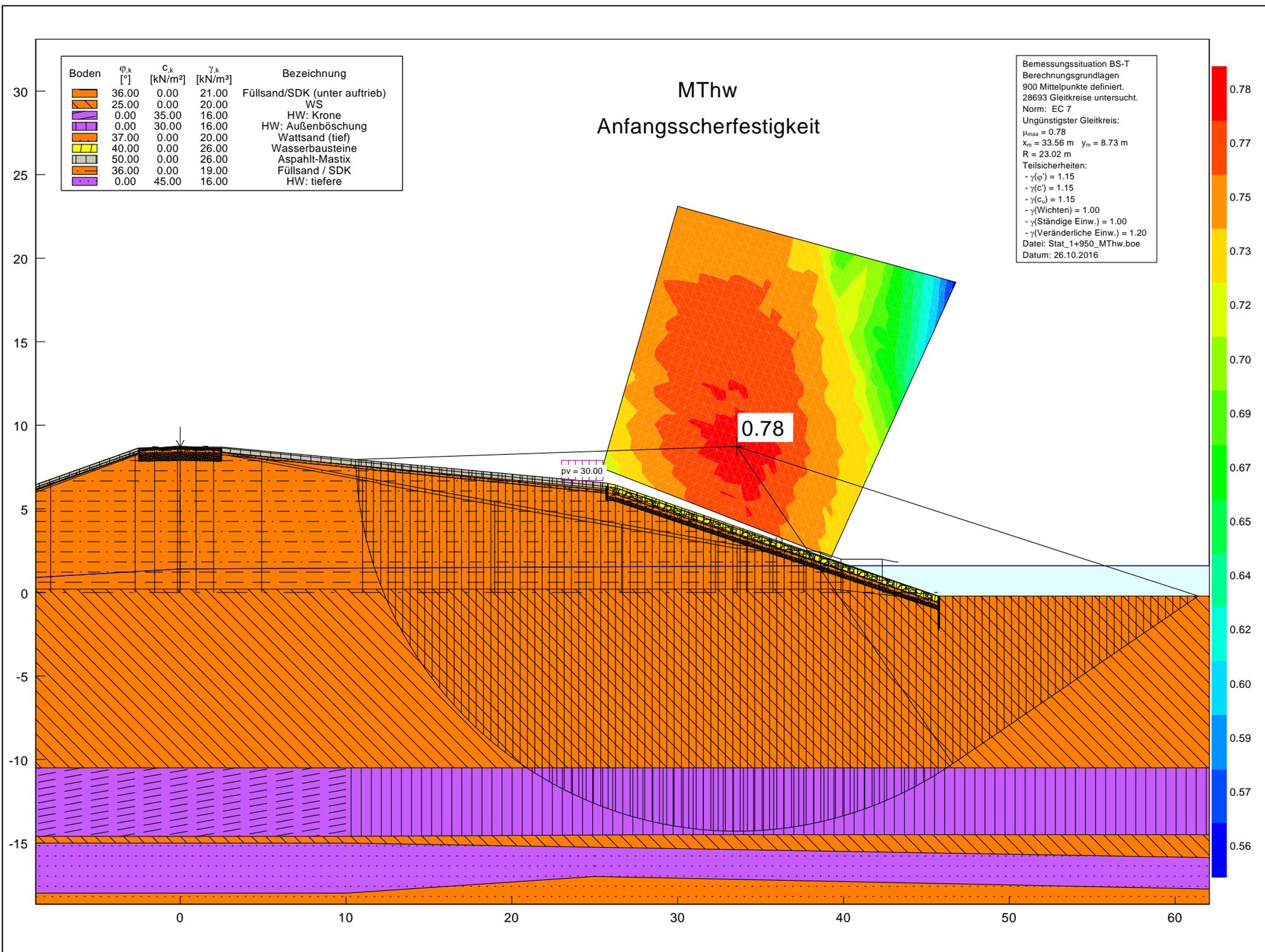
# Hochwasser

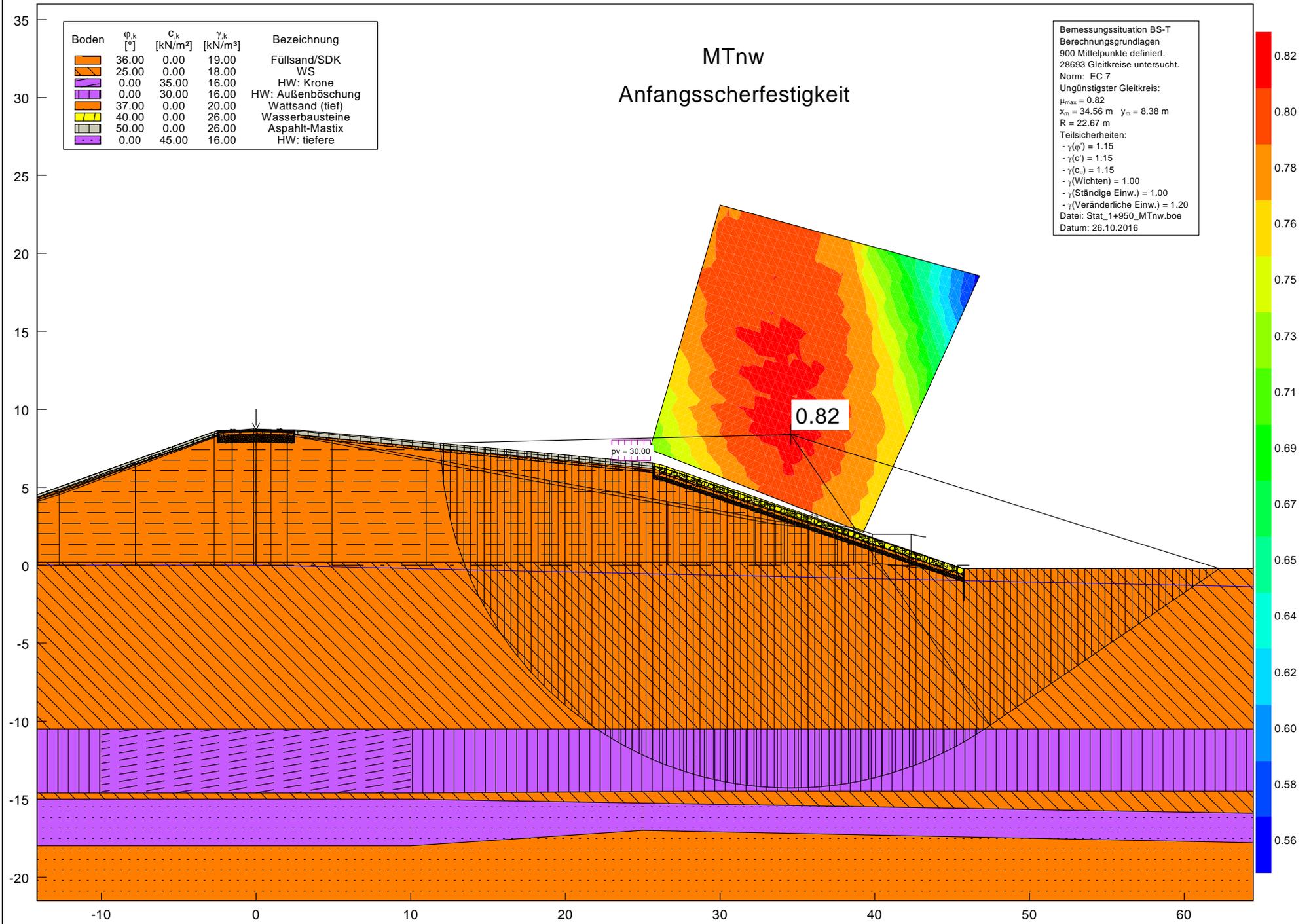
## Anfangsscherfestigkeit

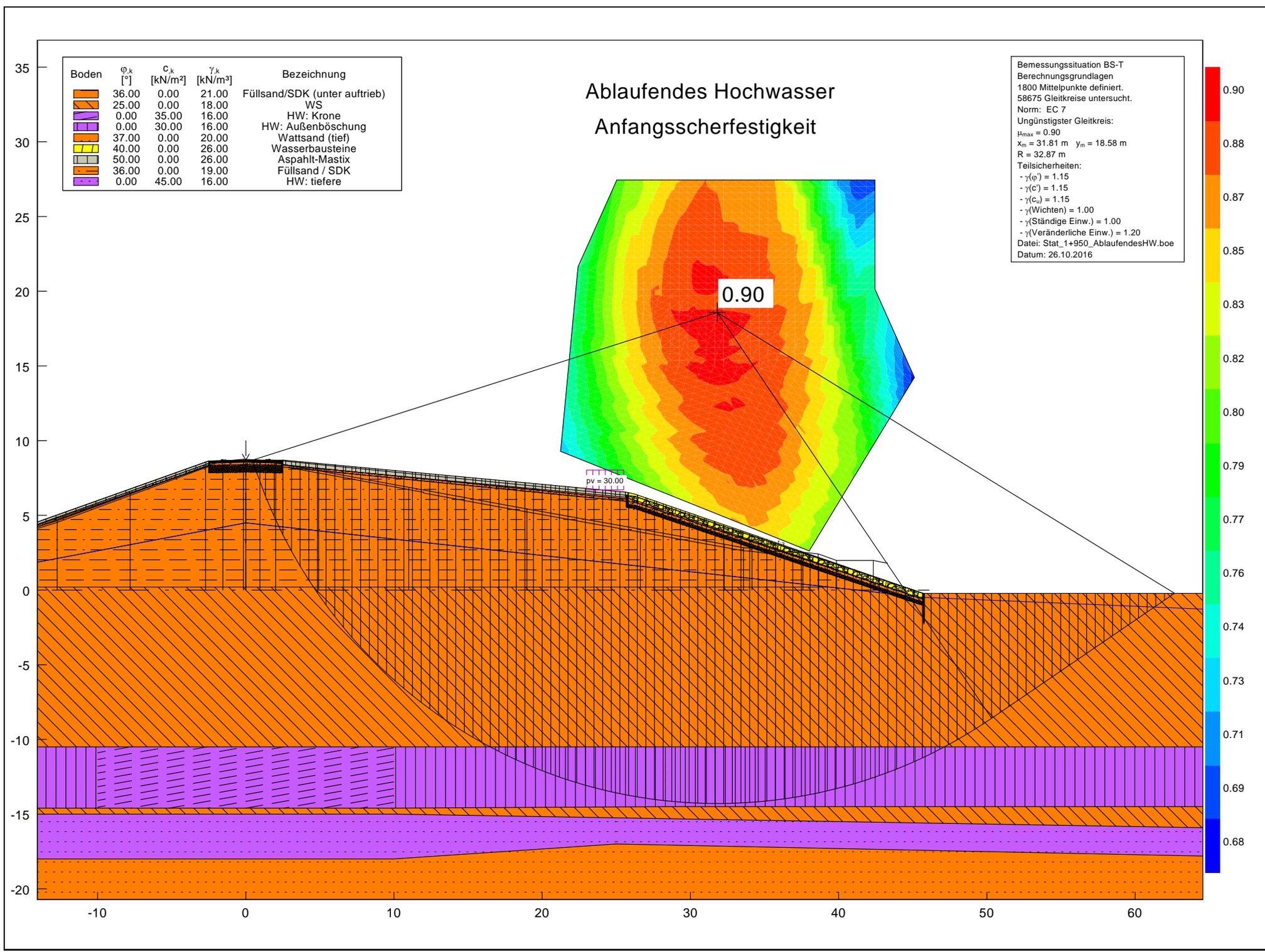
Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	50.00	16.00	HW: Krone
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK

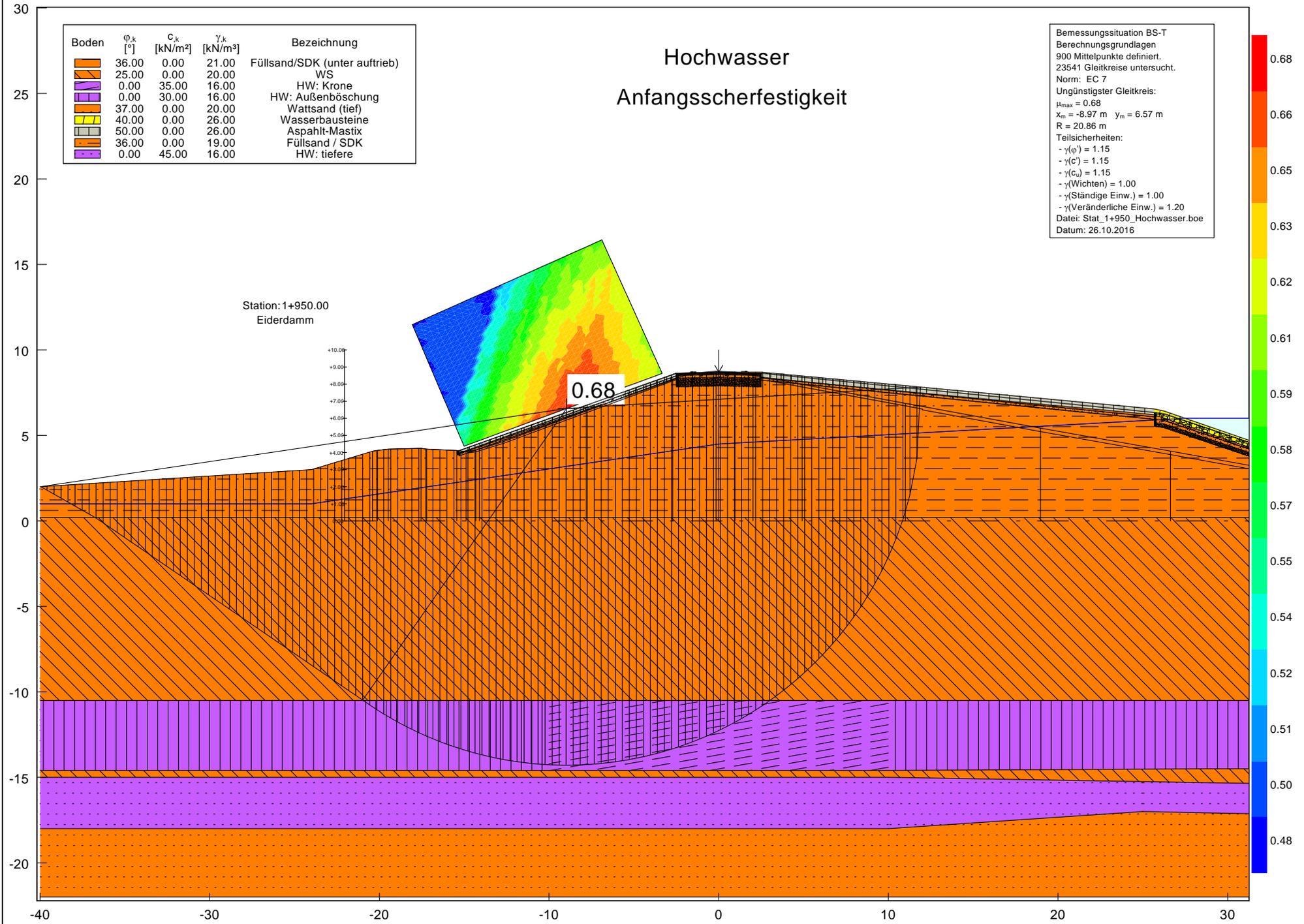
Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 27134 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.67$   
 $x_m = 29.54$  m  $y_m = 5.70$  m  
 $R = 27.65$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: Stat\_1+450\_HW\_01.boe  
 Datum: 26.10.2016

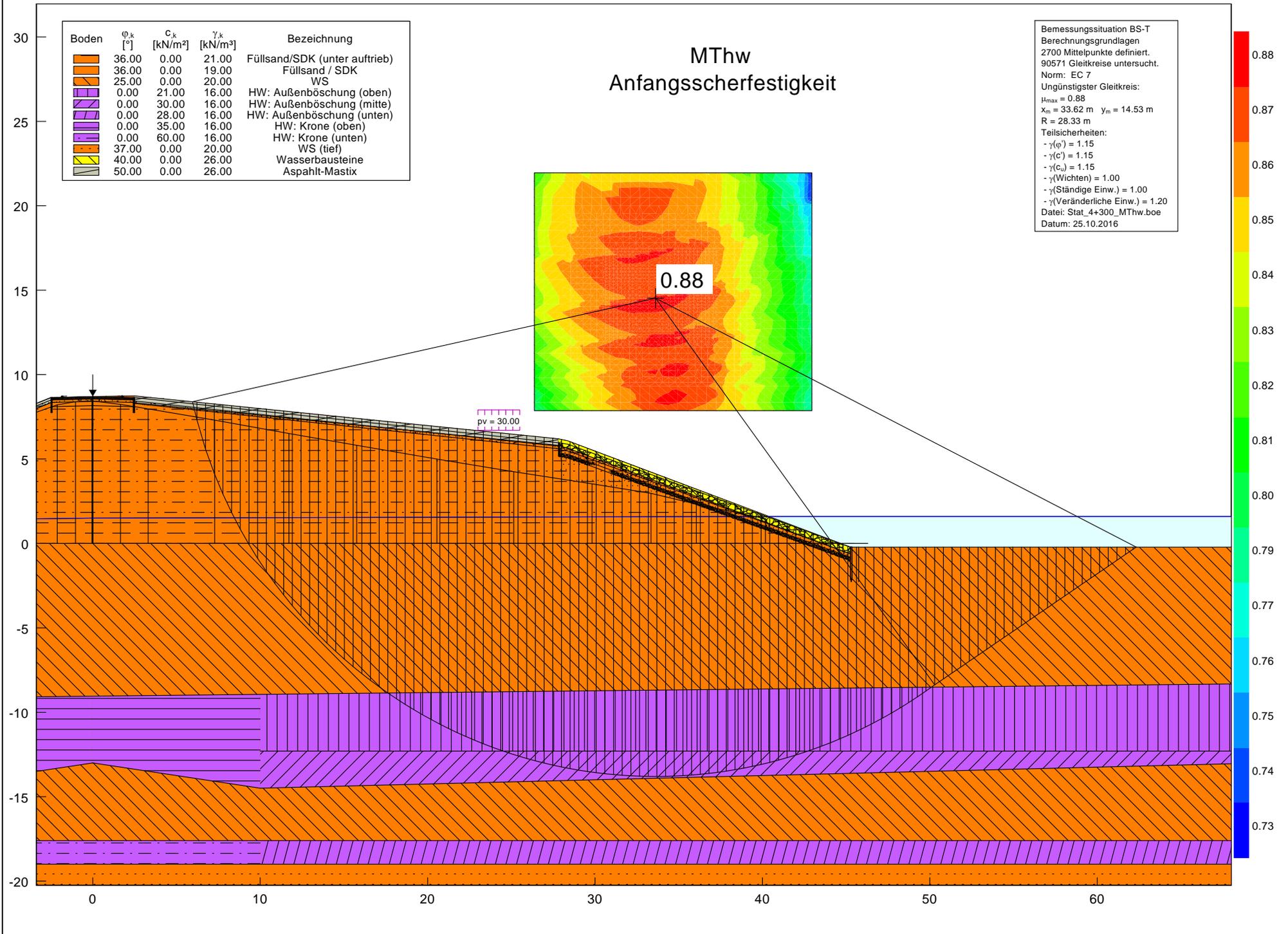


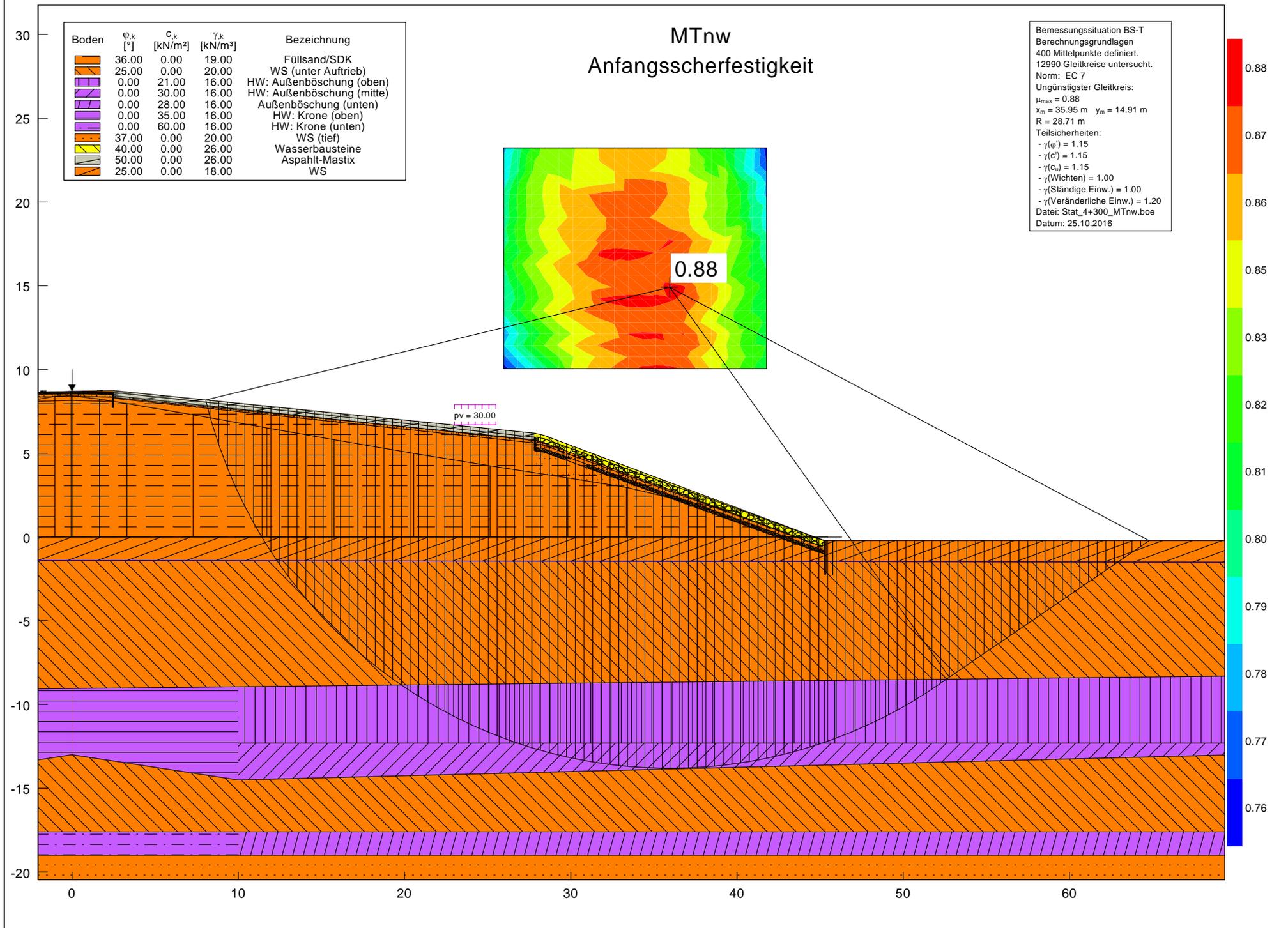












pv = 30.00

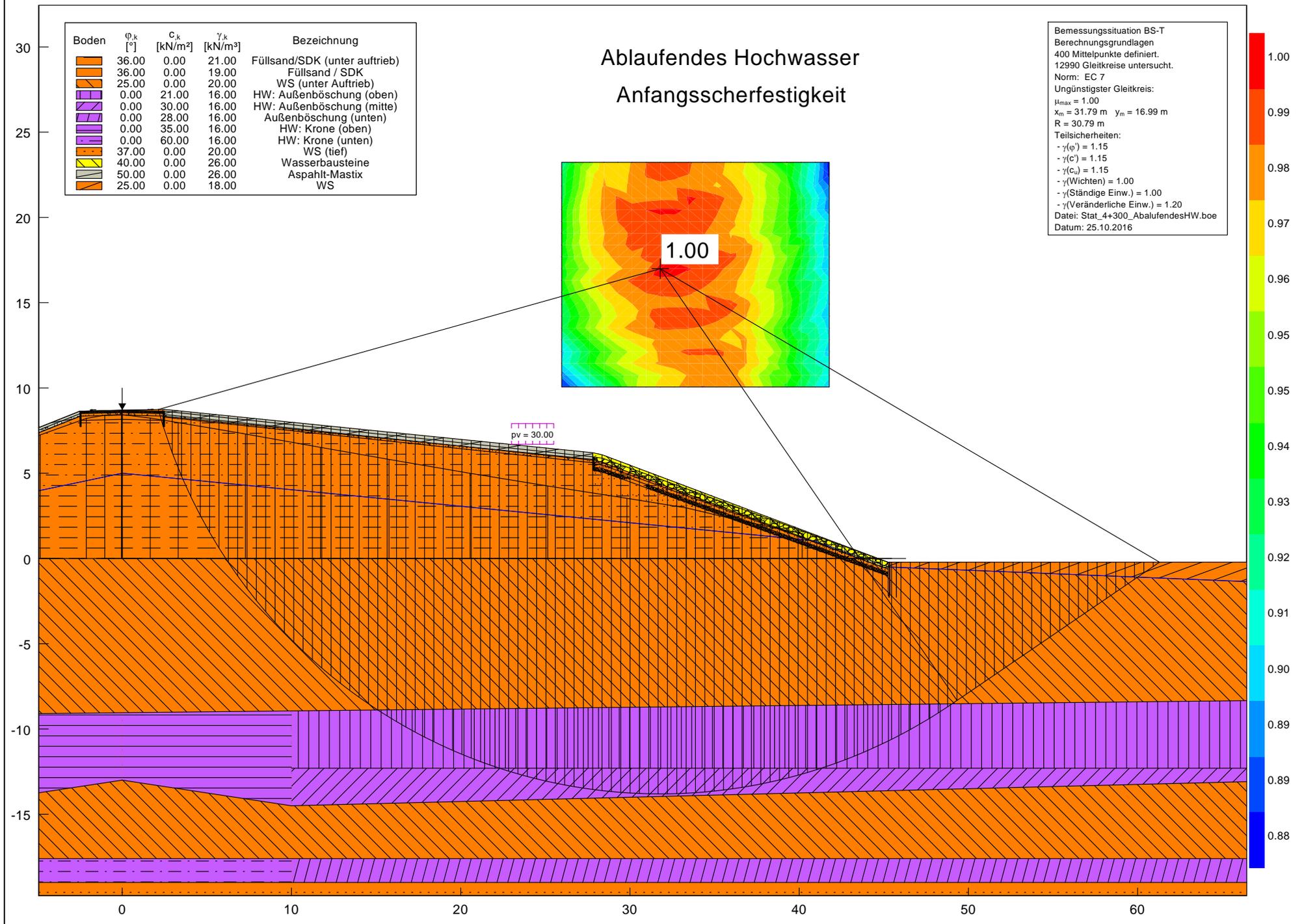
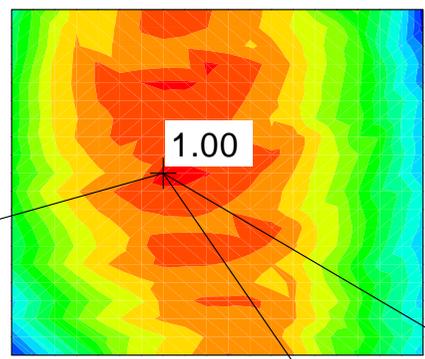
0.88

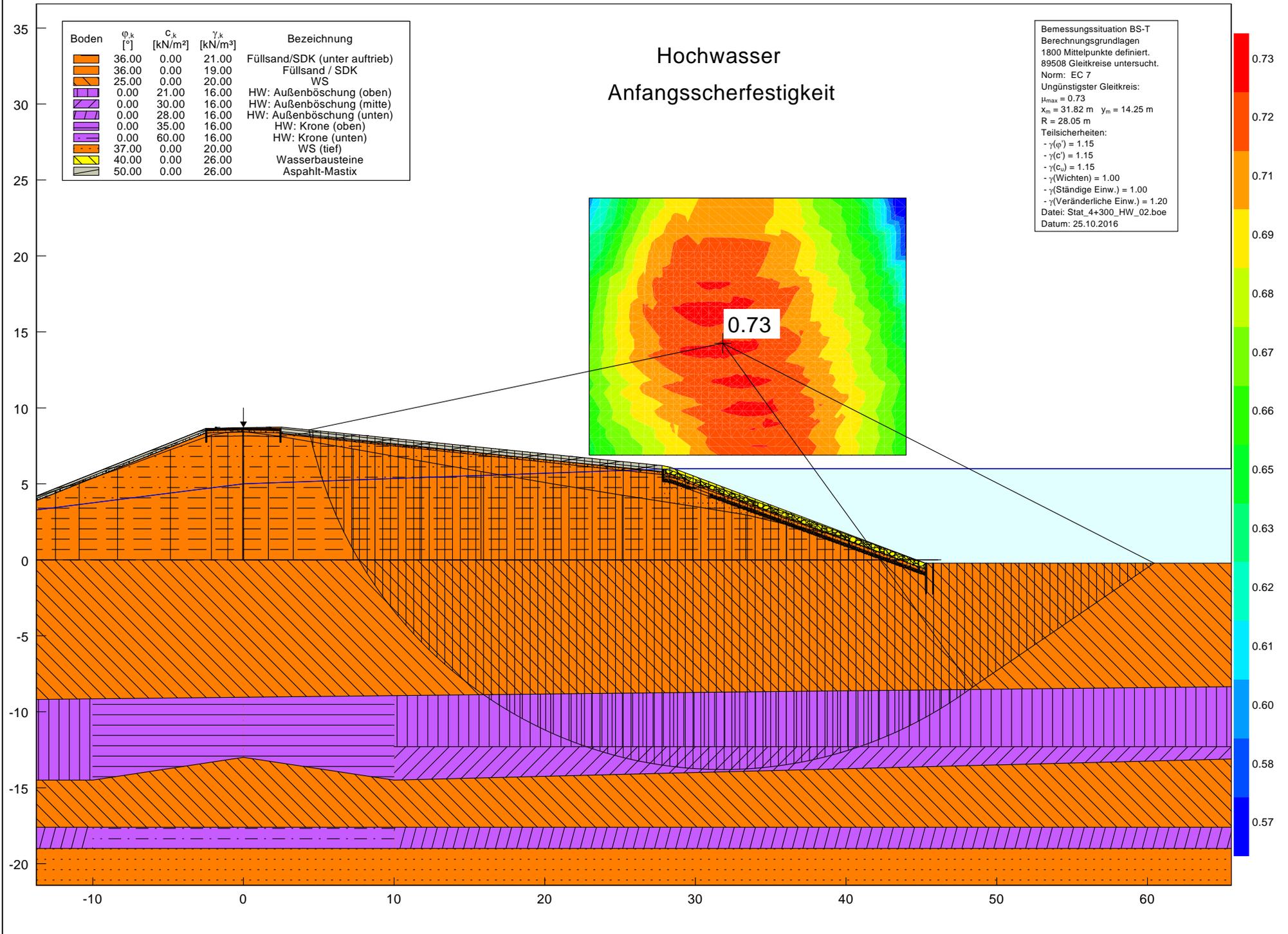


### Ablaufendes Hochwasser Anfangsscherfestigkeit

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
	25.00	0.00	20.00	WS (unter Auftrieb)
	0.00	21.00	16.00	HW: Außenböschung (oben)
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung (mitte)
	0.00	28.00	16.00	Außenböschung (unten)
	0.00	35.00	16.00	HW: Krone (oben)
	0.00	60.00	16.00	HW: Krone (unten)
	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	25.00	0.00	18.00	WS

Bemessungssituation BS-T  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 12990 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.00$   
 $x_m = 31.79$  m  $y_m = 16.99$  m  
 $R = 30.79$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$   
 Datei: Stat\_4+300\_AbalufendesHW.boe  
 Datum: 25.10.2016

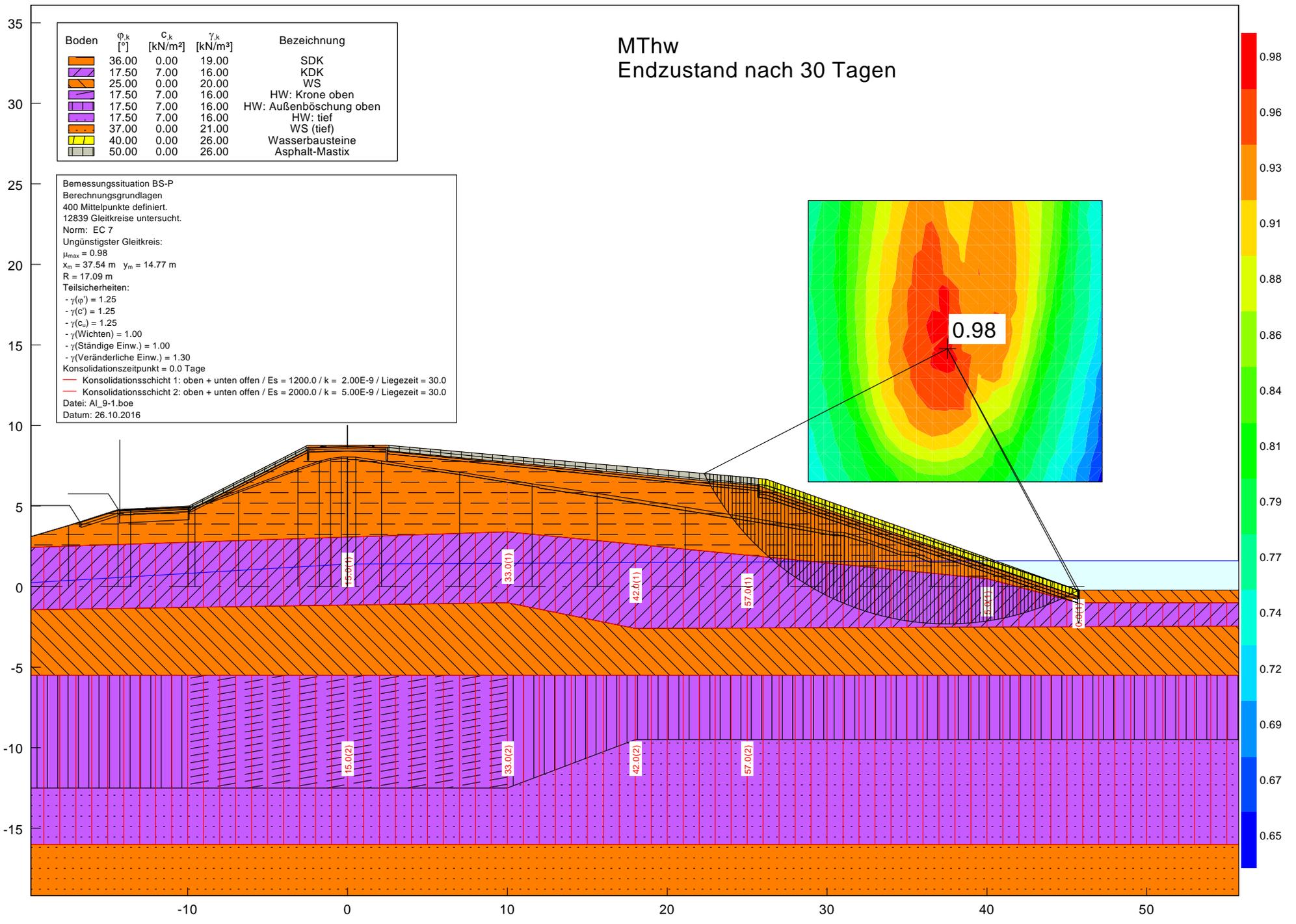




MThw  
 Endzustand nach 30 Tagen

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone oben
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	17.50	7.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix

Bemessungssituation BS-P  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert  
 12839 Gleitkreise untersucht  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.98$   
 $x_m = 37.54 \text{ m}$   $y_m = 14.77 \text{ m}$   
 $R = 17.09 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage  
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen /  $E_s = 1200.0 / k = 2.00E-9 / \text{Liegezeit} = 30.0$   
 — Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen /  $E_s = 2000.0 / k = 5.00E-9 / \text{Liegezeit} = 30.0$   
 Datei: AL\_9-1.boe  
 Datum: 26.10.2016



35  
30  
25  
20  
15  
10  
5  
0  
-5  
-10  
-15

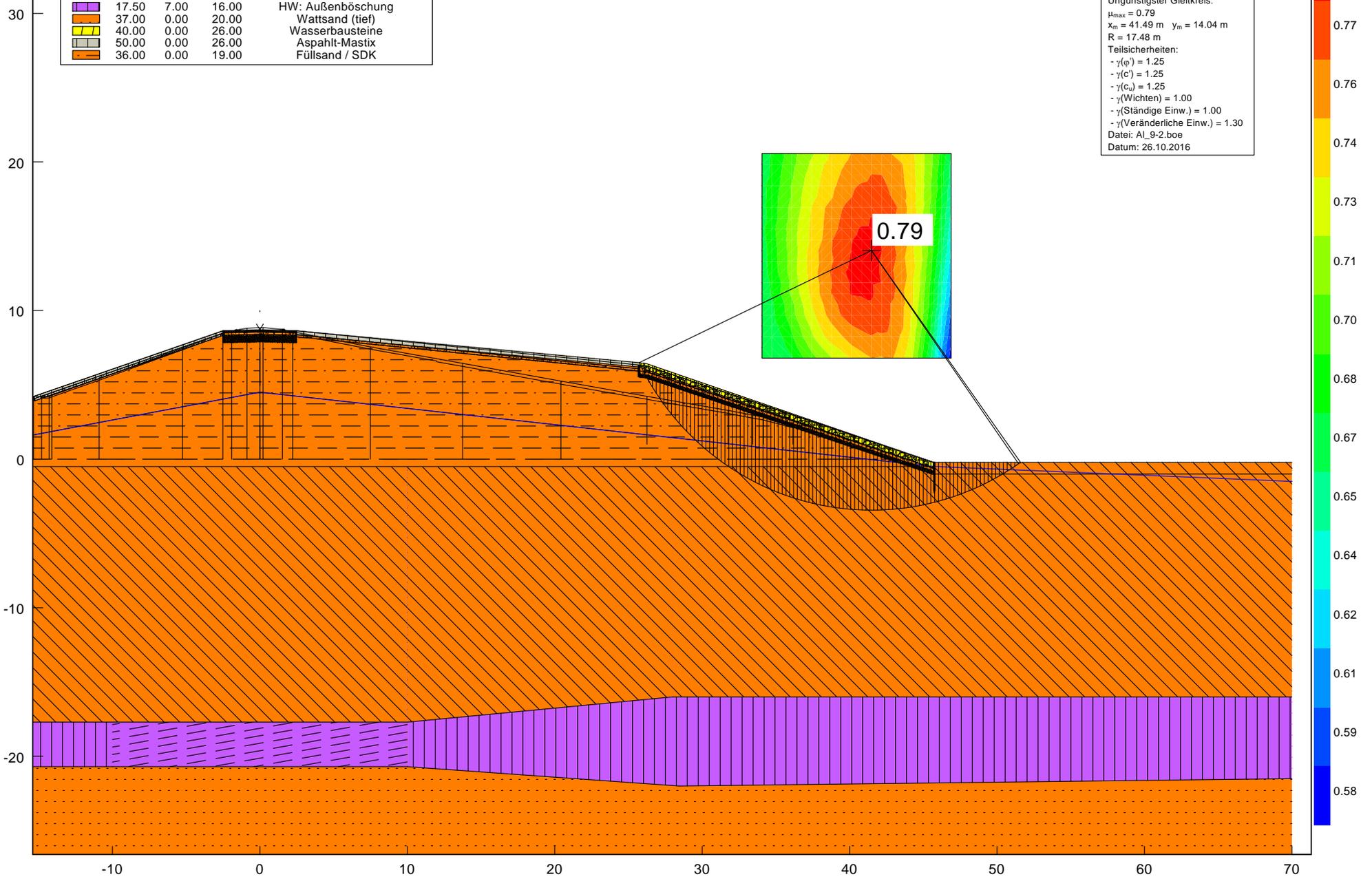
-10 0 10 20 30 40 50

0.98  
0.96  
0.93  
0.91  
0.88  
0.86  
0.84  
0.81  
0.79  
0.77  
0.74  
0.72  
0.69  
0.67  
0.65

# Ablaufendes Hochwasser Endzustand

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	18.00	WS
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK

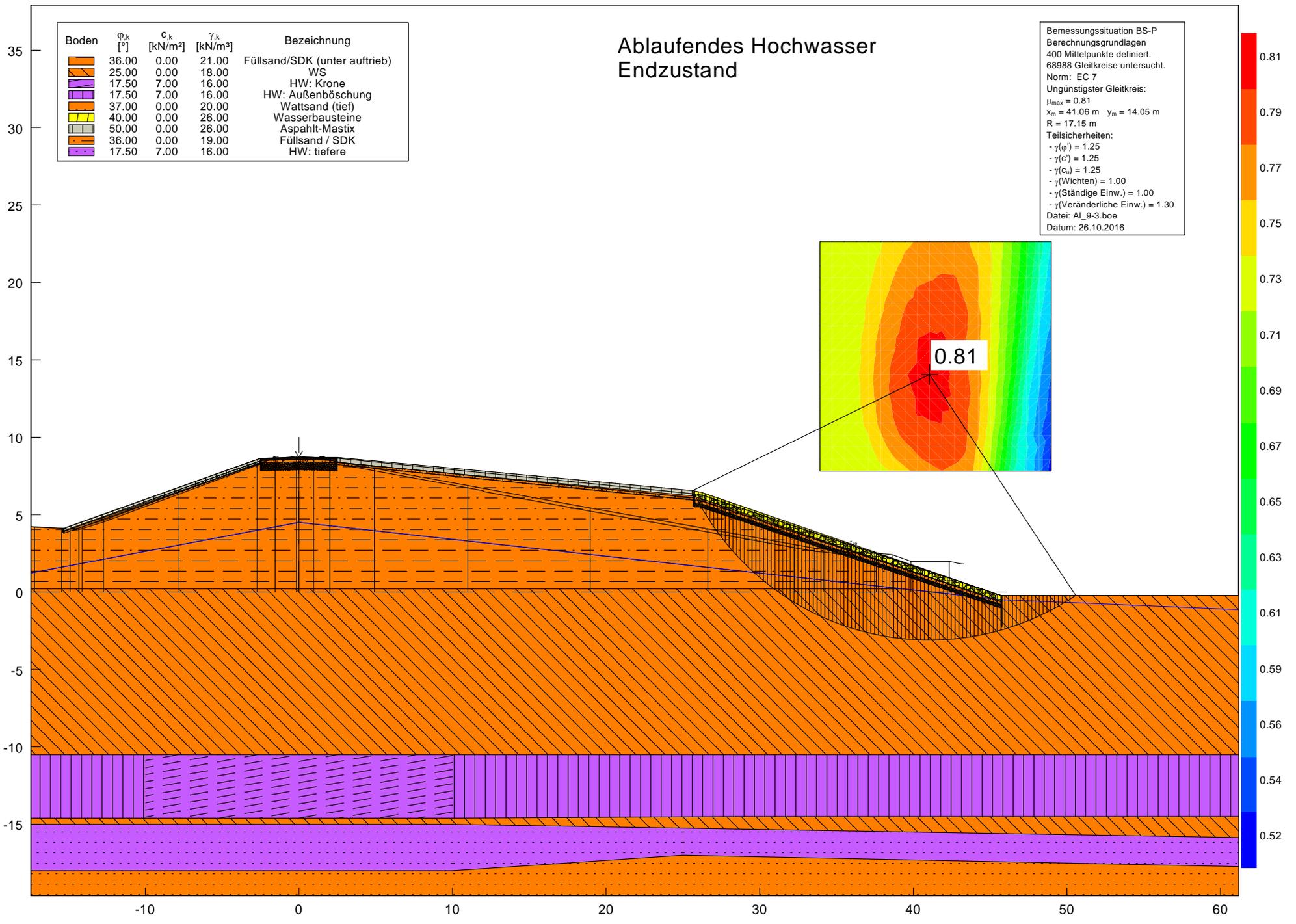
Bemessungssituation BS-P  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 9499 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.79$   
 $x_m = 41.49$  m  $y_m = 14.04$  m  
 $R = 17.48$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: AL\_9-2.boe  
 Datum: 26.10.2016



# Ablaufendes Hochwasser Endzustand

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Orange]	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
[Orange]	25.00	0.00	18.00	WS
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: Krone
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung
[Orange]	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
[Gelb]	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
[Grau]	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
[Orange]	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
[Lila]	17.50	7.00	16.00	HW: tiefere

Bemessungssituation BS-P  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 68988 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.81$   
 $x_m = 41.06$  m  $y_m = 14.05$  m  
 $R = 17.15$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(Wichten) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: AL\_9-3.boe  
 Datum: 26.10.2016



# Ablaufendes Hochwasser Endzustand

Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
	25.00	0.00	20.00	WS (unter Auftrieb)
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung (oben)
	17.50	7.00	16.00	HW: Außenböschung (mitte)
	17.50	7.00	16.00	Außenböschung (unten)
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone (oben)
	17.50	7.00	16.00	HW: Krone (unten)
	37.00	0.00	20.00	WS (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	25.00	0.00	18.00	WS

Bemessungssituation BS-P  
 Berechnungsgrundlagen  
 400 Mittelpunkte definiert.  
 22856 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.89$   
 $x_m = 41.31$  m  $y_m = 11.20$  m  
 $R = 14.30$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: AI\_9-4.boe  
 Datum: 26.10.2016

