

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes S.-H. | Hamburger Chaussee 25 | 24220 Flintbek

Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark
und Meeresschutz Schleswig-Holstein
Herr Jan Stolzenwald
Herzog-Adolf-Straße 1
25813 Husum

Geologischer Dienst

Ihr Zeichen: /
Ihre Nachricht vom: /
Mein Zeichen: GA 2016/02 Br04/
Meine Nachricht vom: /

Delphine.Weidle
Delphine.Weidle@llur.landsh.de
Telefon: 04347/704-670
Telefax: 04347/704-502

17.02.2021

Dammverstärkung Eiderabdämmung Setzungsprognose und Standsicherheitsuntersuchungen von Bauwerkstation 0-600 bis 3+293

1. Veranlassung

Der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN.SH) plant die Ertüchtigung der Eiderabdämmung nördlich vom Eidersperrwerk. Südlich des Sperrwerks wurde der Eiderdamm bereits im Jahr 2019 ertüchtigt. Basierend auf der Entwurfsplanung vom Juli 2016 wurde ein geotechnischer Bericht am 04.11.2016 vom LLUR-SH veröffentlicht. Nördlich des Eiderdamms wurde nun die Planung geändert. Im Dezember 2020 wurde das LLUR-SH beauftragt die im geotechnischen Bericht enthaltenen Empfehlungen anhand der neuen Planung zu überprüfen.

Mit diesem Schreiben wird die Situation aus geotechnischer Sicht von Bauwerkstation 0-600 bis Bauwerkstation 3+293 neu beurteilt.

2. Unterlagen

Für die Erarbeitung dieser Stellungnahme wurden nachfolgenden Unterlagen genutzt:

- | | |
|---|------------|
| /1/ Dammverstärkung Eiderabdämmung
Geotechnischer Bericht Nr. 2016/02, TK 25: 1718,1719
LLUR-SH, Flintbek | 04.11.2016 |
| /2/ Deichverstärkung Eiderabdämmung
Eiderdamm-Nord, Lageplan Stat. -0+600 bis 3+293
Plan Nr.: 2.1 bis 2.6, M 1:5000, 1:1000
Stand: Entwurf | 10.11.2020 |

- /3/ Deichverstärkung Eiderabdämmung 15.12.2020
Eiderdamm-Nord, Querprofil, Regelprofil
Plan Nr. 3.1, M 1:100
Stand: Entwurf
- /4/ Deichverstärkung – Eiderabdämmung 01.2021
Eiderdamm-Nord, Querprofil
Stat. -0+400, Stat. 0+000, Stat. 0+400, Stat. 1+800, Stat. 2+600
Plan Nr. 3.2 bis 3.6, M 1:100
Stand: Entwurf

3. Neue Planung

Anders als in der Planung von 2016 wird nun kein Klimaprofil mehr geplant, sondern lediglich nur eine Profilanpassung und Erneuerung der Deckschicht. Dementsprechend verringern sich in der neuen Planung die Auftragsmächtigkeit deutlich.

Der vorhandene Damm besteht aus einem vollvergossenen Deckwerk und einer wasserundurchlässigen Abdeckschicht aus Asphalt. Das vorhandene vollvergossene Deckwerk soll erhalten bleiben. Das vorhandene wasserundurchlässige System soll größtenteils beibehalten werden. Die vorhandene Dammapdeckung soll abgefräst und aufbereitet wieder als abdichtende Schicht eingebaut werden. Diese Schicht wird dann auf der Außenböschung bis zum vorhandenen Deckwerk mit einer Schotterschicht und Betonsäulen / Betonformsteinen abgedeckt. Auf der Binnenböschung soll die abdichtende Schicht mit Mastixschotter erosionsfest abgedeckt werden.

Auf der Außenböschung ist am Übergang zum vorhandenen Deckwerk ein Betonfertigteil-Element als Abschlussstein vorgesehen. Dieses wird in ein Vor-Ort-Betonfundament gesetzt und dient dann in Kombination mit dem vorhandenen Deckwerk als Widerlager für die neue Außenböschung. Um zu verhindern, dass Wasser in den Fugen der Betonformsteine stehen bleibt und im schlimmsten Falle bei Frost für Schäden an den Betonformsteinen / Betonsäulen sorgt, soll das überschüssige Wasser über den Dammkörper abgeführt werden. Um dies zu ermöglichen, soll die abdichtende Asphaltfräsgutschicht ca. 0.5 m vor dem Abschlussstein aufhören. Diese Öffnung der Dammapdeckung liegt bei etwa NHN +3,0 m und somit deutlich unterhalb des Bemessungswasserstands für Hochwasser von NHN +6,0 m.

4. Generelle Baugrundverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse des Eiderdammes wurden im Sommer 2016 untersucht. Die Auswertung sowie die Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche wurden im geotechnischen Bericht 2016/02 (siehe Unterlage /1/) erarbeitet. Die resultierenden Bemessungsprofile (Unterlage /1/, Seite 21) sind hier die Grundlage für die folgenden geotechnischen Untersuchungen.

Der Anschluss zum Sperrwerk von Stat. 3+000 bis zum Sperrwerk (Eigentum Bund) wurde nicht untersucht. Anhand der gesamten Erkundungsergebnisse ist aber davon auszugehen, dass die Baugrundverhältnisse nicht stark von den Baugrundverhältnissen etwas südlich und etwas nördlich des Sperrwerks abweichen.

5. Hydraulische Grundbruchsicherheit

Im Bereich von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 besteht der Dammkern teils aus Klei. Insbesondere liegt mit großer Wahrscheinlichkeit eine Kleischicht direkt unterhalb des vorhandenen Deckwerks (siehe Abbildung 1). Der Übergang zwischen vorhandenem Deckwerk und neuer Abdeckschicht liegt bei etwa NHN +3,0 m. Aufgrund der in dieser Höhe geplanten Entwässerung, kann Wasser nach einem Hochwasser zwischen Klei und dem vorhandenen Deckwerk nicht so schnell abfließen.

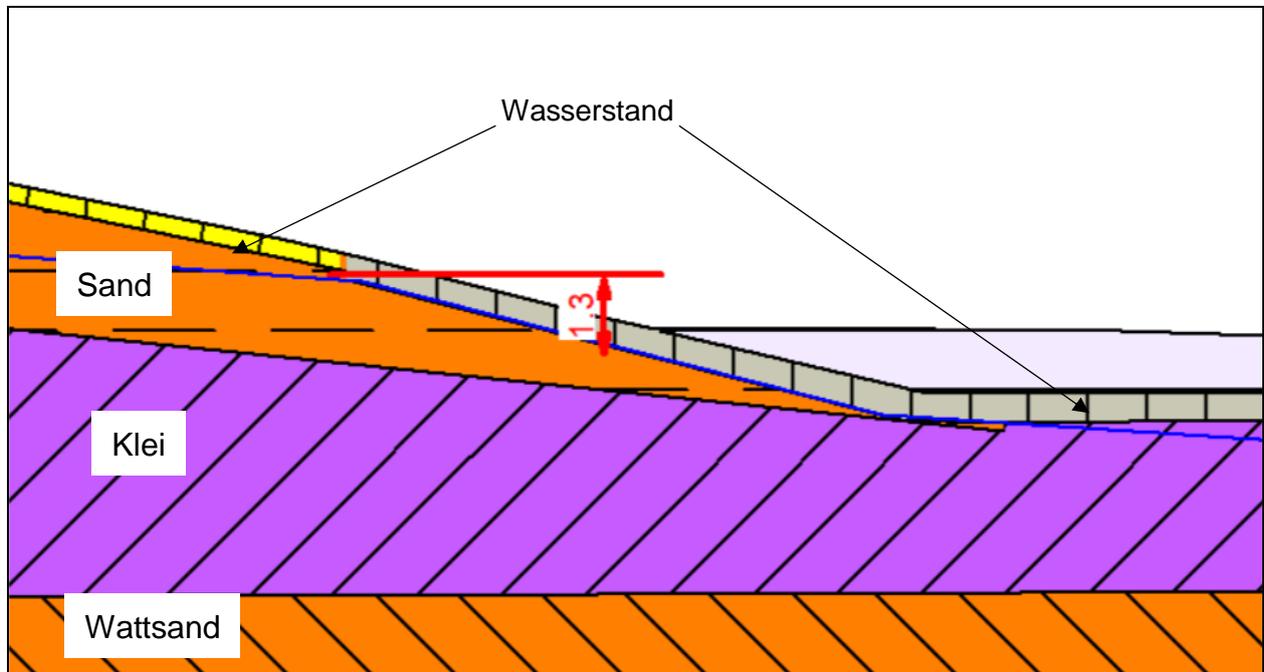


Abbildung 1: Wasserstand am Deckwerkfuß für den Lastfall „Ablaufendes Hochwasser“. Nach einem Hochwasserereignis kann das Wasser weder durch die Kleischicht noch durch das vollvergossene Deckwerk abfließen. Gilt von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150.

Die Auftriebssicherheit und die hydraulische Grundbruchsicherheit werden hier für den Lastfall „Ablaufendes Hochwasser“ untersucht. Als maßgebenden Punkt für die Untersuchungen wurde der Übergang zwischen freigelegtem Deckwerk und dem mit Schlick überdeckten Bereich identifiziert. Dieser Punkt liegt bei NHN +1,7 m. Dementsprechend ergibt sich eine Wassersäule von 1,3 m, die vom Deckwerk ausgehalten werden muss (siehe auch Abbildung 1). Der betroffene Bereich erstreckt sich von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150.

Für den Nachweis der Auftriebssicherheit sind folgenden Zahlen berücksichtigt worden:

- Wasserbausteine mit Vollverguss, Mächtigkeit $d = 0,5 \text{ m}$, Wichte $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Drückende Wassersäule, Höhe $h = 1,3 \text{ m}$, Wichte $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

Daraus resultieren die nachfolgenden gegenseitigen Einwirkungen:

- Vertikale Einwirkung des Deckwerks: $R_d = 0,5 \cdot 25 \cdot 0,95 = 11,9 \text{ kN/m}^2$
- Destabilisierende Einwirkung der Wassersäule: $E_d = 1,3 \cdot 10 \cdot 1,05 = 13,7 \text{ kN/m}^2$

Daraus ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = E_d / R_d = 1,2$. Hiermit ist der Nachweis der Auftriebssicherheit nicht erbracht.

Für den Nachweis des hydraulischen Grundbruchs sind folgenden Zahlen berücksichtigt worden:

- Wasserbausteine mit Vollverguss unter Auftrieb, Mächtigkeit $d = 0,5 \text{ m}$, Wichte $\gamma_{ua} = 15 \text{ kN/m}^3$
- Drückende Wassersäule, Höhe $h = 1,3 - 0,5 = 0,8 \text{ m}$, Wichte $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

Daraus resultieren die nachfolgenden gegenseitigen Einwirkungen:

- Vertikaler Einwirkung des Deckwerks: $R_d = 0,5 \cdot 15 \cdot 0,95 = 7,1 \text{ kN/m}^2$
- Destabilisierende Einwirkung der Wassersäule: $E_d = 0,8 \cdot 10 \cdot 1,3 = 10,4 \text{ kN/m}^2$

Es ergibt den Ausnutzungsgrad $\mu = E_d / R_d = 1,5$ und der Nachweis der hydraulischen Grundbruchsicherheit konnte nicht erbracht werden.

Für den Lastfall „ablaufendes Hochwasser“ sind die Auftriebssicherheit und die hydraulische Grundbruchsicherheit von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 nicht gegeben. Dementsprechend wird hier empfohlen das vorhandene Deckwerk gegen ein neues teilvergossenes Deckwerk zu erneuern. Alternativ müsste der aktuelle Zustand erhalten bleiben und die gesamte Abdeckung des Dammes wasserdicht ausgebildet werden.

6. Setzungsprognose und Standsicherheitsuntersuchungen

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 6.01 für die definierten maßgeblichen Abschnitte durchgeführt.

Der zeitliche Verlauf der Setzungen ist abhängig von der Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Weichschichten und wurde daher als Grenzwertbetrachtung bestimmt. Danach ergeben sich Konsolidationszeiten, d.h. Zeiträume bis zum nahezu vollständigen Eintreten der Setzungen, von etwa fünf Jahren. 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 20 Jahren auf.

In der Tabelle 1 sind die gerechneten Setzungsbeträge für die unterschiedlichen Bereiche zusammengestellt. Aufgrund des überwiegend geringen Lasteintrags ist mit relativ wenig Setzungen zu rechnen. Im Bereichen wo der Dammkern teilweise aus Klei besteht und erhöhte Auftragsmächtigkeit geplant sind, etwa von Stat. 0-500 bis 0+150, sind die Setzungsbeträge entsprechend etwas höher.

Tabelle 1: rechnerische ermittelten Primäre Setzungen – Dammverstärkung Eiderdamm Nord

Bauwerkstation	Außenböschung		Deichkrone/Binnenböschung	
	primären Setzungen [cm]		primären Setzungen [cm]	
	nach 1 Jahr	nach 5 Jahren	nach 1 Jahr	nach 5 Jahren
0-500 bis 0-100 0+025 bis 0+150	8	10	14	17
0-100 bis 0+025	10	12	15	23
0+350 bis 0+500	<5	6	5	6
0+150 bis 0+350 0+500 bis 1+700	<5*	<5*	<5*	<5*
1+700 bis 2+950	<5	<5	6	7

*: wenig Lasteintrag. Setzungen wurden abgeschätzt

Standsicherheitsuntersuchungen

Grundlagen

Die Standsicherheitsberechnungen des Eiderdamms erfolgten nach dem Teilsicherheitskonzept gemäß der DIN 1054 und der DIN 4084. Dabei werden in den Berechnungen Ausnutzungsgrade μ 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 sowie nach der Blockgleitmethode (zusammengesetzter Bruchmechanismus mit gradlinigen Gleitlinien) durchgeführt. Die maßgeblichen Ausnutzungsgrade ergeben sich dabei aus variierenden Berechnungen, bei denen innerhalb eines gewählten Rasters die Gleitkreise verschiedener Mittelpunkte mit jeweils variablen Durchmessern bzw. ungünstig zusammengesetzten Gleitkörpern untersucht werden. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm GGU-STABILITY Version 13.12.

Die Berechnungen wurden für die in der Tabelle 2 genannten Berechnungsprofile durchgeführt. In den Berechnungen wurde eine Überhöhung als Setzungsausgleich berücksichtigt. Als Überhöhung wurden die Werte der Tabelle 1, Setzungen nach fünf Jahren, angenommen. In den Standsicherheitsberechnungen wurde für die Lastfälle MThw und Mtnw, eine bauzeitliche Verkehrslast von $p_v = 33 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

Mit Blick auf die im Baufeld anstehenden wenig durchlässigen Weichschichten (Klei) wurden die Standsicherheitsuntersuchungen in den Querschnitten Stat. 0-400 (Außenböschung), Stat. 0+000 und Stat. 1+950 unter Berücksichtigung der Anfangsscherfestigkeit (c_u) durchgeführt.

Tabelle 2: Berechnungsprofile für die Standsicherheitsuntersuchungen

Berechnungsschnitt Standsicherheitsuntersuchungen	Geltende Bereich des Bemessungsprofils von - bis
Stat. 0-400	Stat. 0-550 – Stat. 0-300
Stat. 0+000	Stat. 0-300 – Stat. 0+150 Stat. 0+350 – Stat. 0+500
Stat. 1+950	Stat. 0+150 – Stat. 0+350 Stat. 0+500 – Stat. 3+000

Für den Querschnitt Stat. 0-400 kann die Standsicherheit der Binnenböschung mit Anfangsscherfestigkeit nicht nachgewiesen werden, sodass die Standsicherheitsuntersuchungen unter Berücksichtigung der effektiven Scherparameter (φ' und c') durchgeführt wurden, um die Verbesserung der Bodenkennwerte der holozänen Weichschichten mit Liegezeit untersuchen zu können.

Tabelle 3: Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen für die Bauzustände

Bauwerkstation	Lastfall	Binnen- bzw. Außenböschung	Ausnutzungsgrad	Liegezeit	Anlage Nr.
0-400	MThw	Binnen	0.92	7 Tage	1.1
		Außen	0.87		1.2
	MTnw	Binnen	0.94	7 Tage	1.3
		Außen	0.94		1.4
	Hochwasser	Binnen	0.97	20 Tage	1.5
		Außen	0.59		1.6
	Ablaufendes Hochwasser	Binnen	0.97	28 Tage	1.7
		Außen	0.82		1.8
0+000	MThw	Binnen	0.68		2.1
		Außen	1.00		2.2
	MTnw	Binnen	0.55		2.3
		Außen	0.96		2.4
	Hochwasser	Binnen	0.65		2.5
		Außen	0.75		2.6
	Ablaufendes Hochwasser	Binnen	0.57		2.7
		Außen	0.92		2.8
1+950	MThw	Binnen	0.52		3.1
		Außen	0.73		3.2
	MTnw	Binnen	0.51		3.3
		Außen	0.71		3.4
	Hochwasser	Binnen	0.48		3.5
		Außen	0.62		3.6
	Ablaufendes Hochwasser	Binnen	0.46		3.7
		Außen	0.74		3.8

Die Berechnungsergebnisse sind in den Anlagen 1.1 bis 3.8 und in der Tabelle 3 dargestellt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Standsicherheit unter den oben genannten Randbedingungen für die Bereiche von Stat. 0-300 bis Stat. 2+950 ohne weitere Maßnahme gegeben ist.

Von Stat. 0-550 bis Stat. 0-300 ist die Standsicherheit unter die oben genannten Randbedingungen nicht gegeben. Hier sollte auf der Binnenböschung eine Wartezeit zwischen Einbau der Füllsand und Einbau Abdeckschicht berücksichtigt werden. Eine Liegezeit von 7 Tagen (siehe Tabelle 3) sollte in diesem Abschnitt bei der Bauausführung eingeplant werden.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Randbedingungen ist die Standsicherheit des Dammes von Stat. 0-600 bis 3+000 für den Endzustand gegeben.

7. Schlussbemerkung

Der LKN plant eine Ertüchtigung des Eiderdamms nördlich des Eidersperrwerks. Zur Erkundung der Baugrund- und Wasserverhältnisse wurden im Sommer 2016 Kleinrammbohrungen, Trockenbohrungen und Drucksondierungen durchgeführt. Im geotechnischen Bericht von November 2016 wurde der Baugrund ausführlich beschrieben und Hinweise zur Bauausführung basierend auf der damaligen Planung gegeben.

In dieser Stellungnahme wurde die neue vorliegende Entwurfsplanung (siehe Unterlage /2/, /3/ und /4/) aus geotechnischer Sicht bewertet.

Durch die Planungsänderung ergeben sich insgesamt geringere Setzungsbeträge. Die in /1/ empfohlene Vorbelastung für das Bemessungsprofil Stat. 0-050 entfällt. Allerdings wird für den Bereich um die Stat. 0-400 ein zweiphasiger Bau der Binnenböschung mit einer Wartezeit von mindestens 7 Tagen empfohlen. Außerdem ist es aus geotechnischer Sicht zu empfehlen, die

Bauarbeiten im Norden anzufangen. Sodass eine Liegezeit des fertigen Dammschnitts von mindestens 28 Tagen vor dem ersten Hochwasser im Bereich Stat. 0-400 gesichert ist.

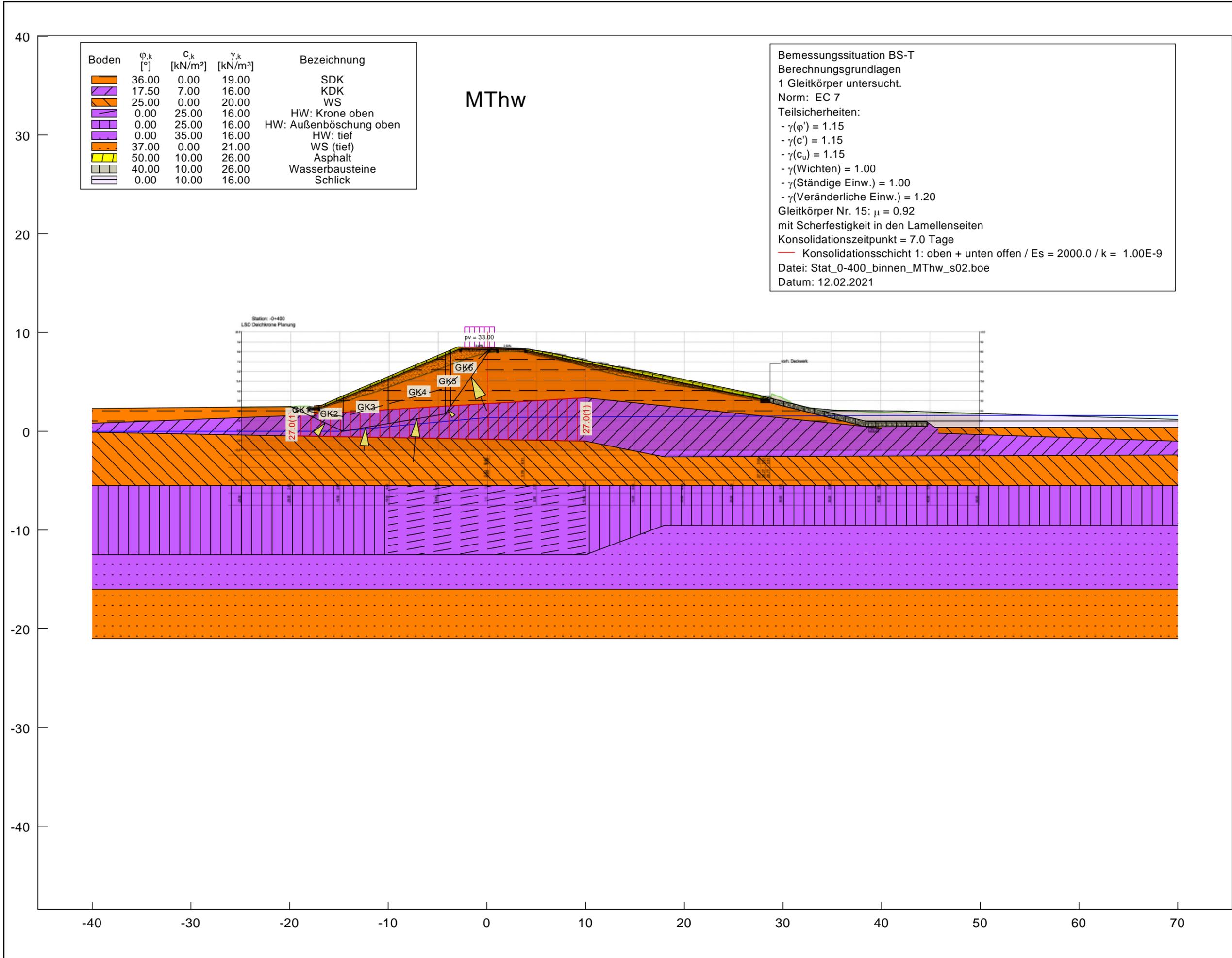
Die neue Planung sieht eine Entwässerung der Außenböschung durch eine Öffnung der abdichtenden Abdeckschicht bei etwa NHN +3,0 m vor. Für den Lastfall „ablaufendes Hochwasser“ sind die Auftriebssicherheit und die hydraulische Grundbruchsicherheit von Stat. 0-550 bis Stat. 0+150 nicht gegeben. Dementsprechend wird hier empfohlen das vorhandene Deckwerk gegen ein neues teilvergossenes Deckwerk zu erneuern. Alternativ soll der aktuelle Zustand erhalten bleiben und die gesamte Abdeckung des Damms wasserdicht ausgebildet werden.

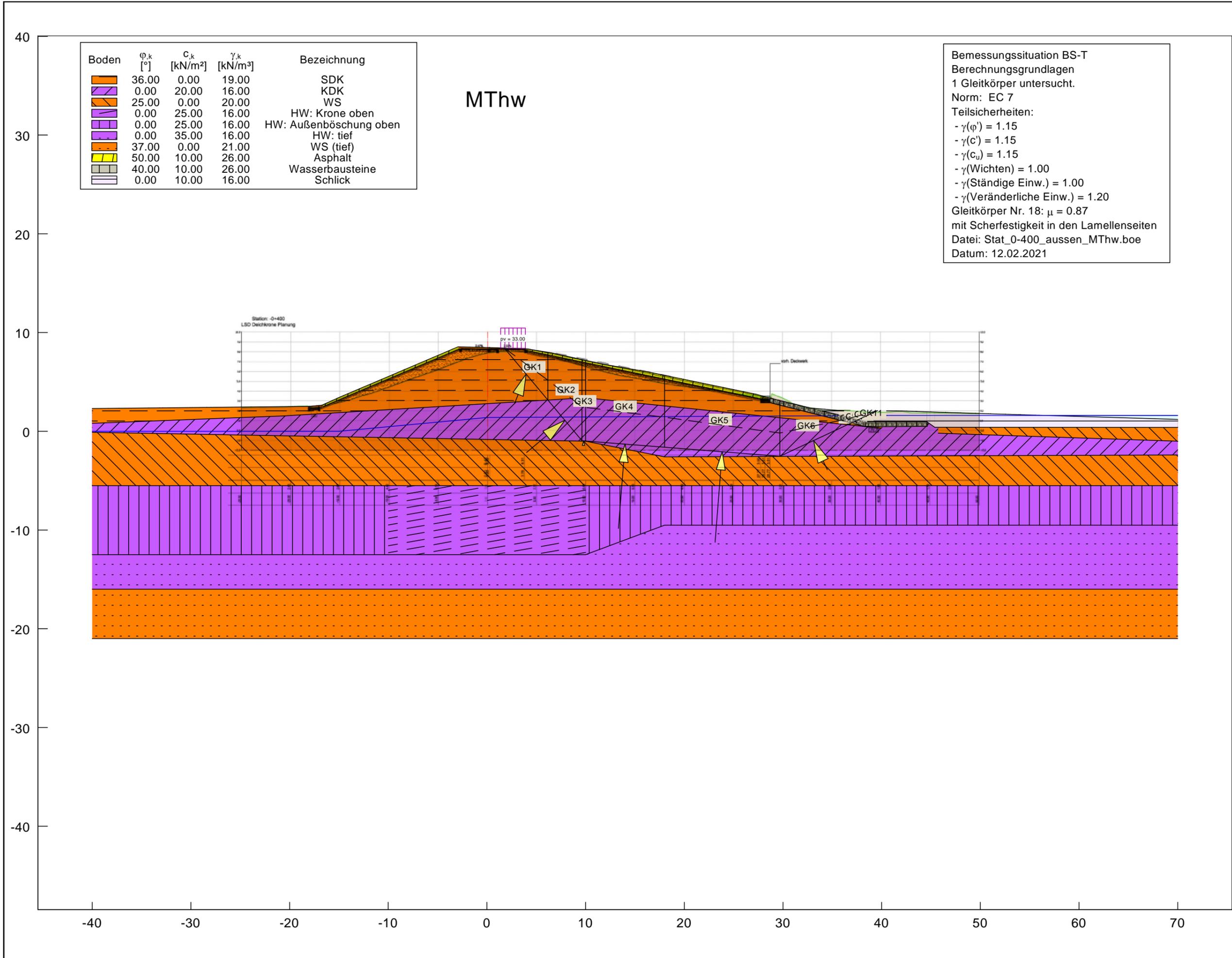
D. Weidle

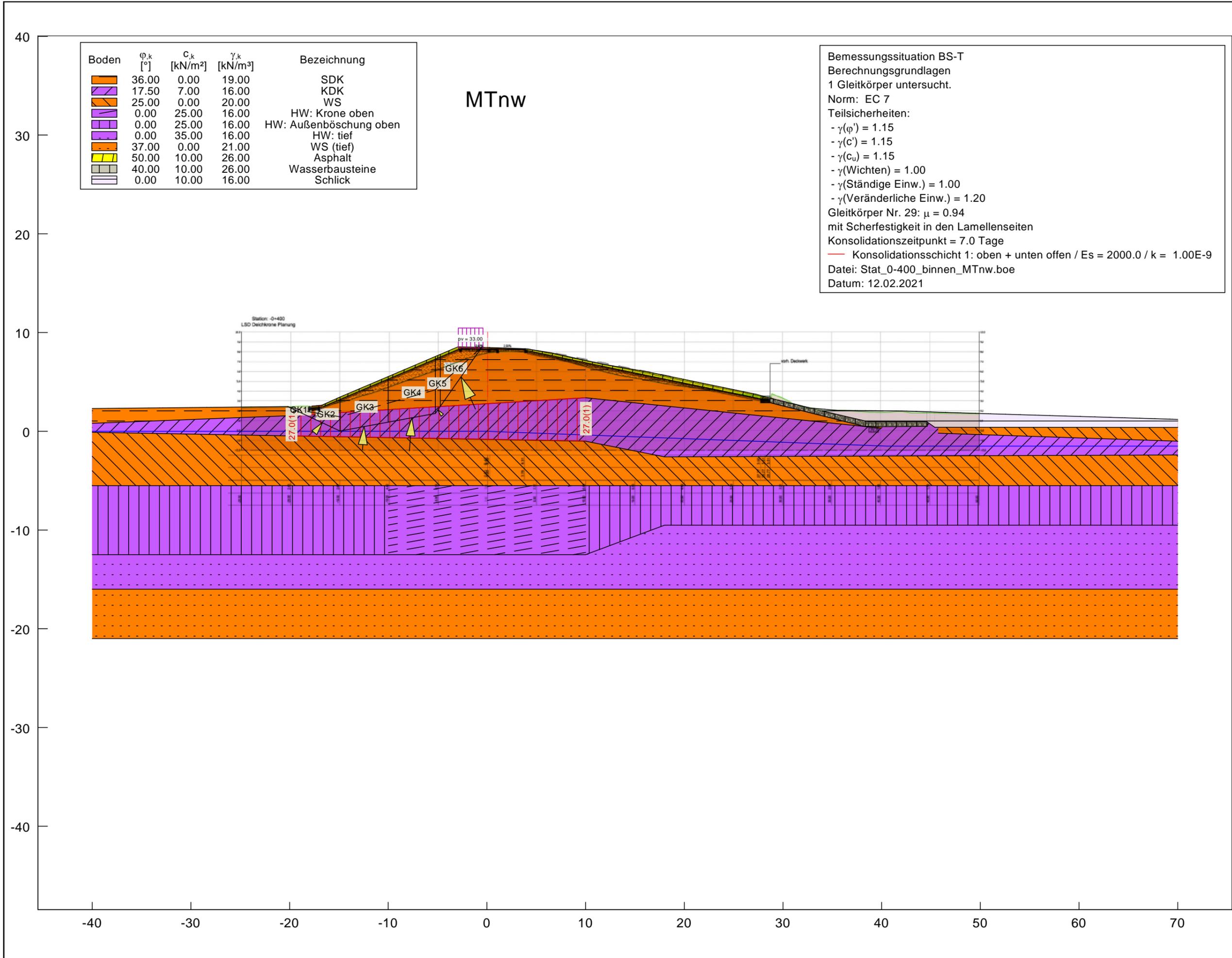
Dr. Delphine Weidle

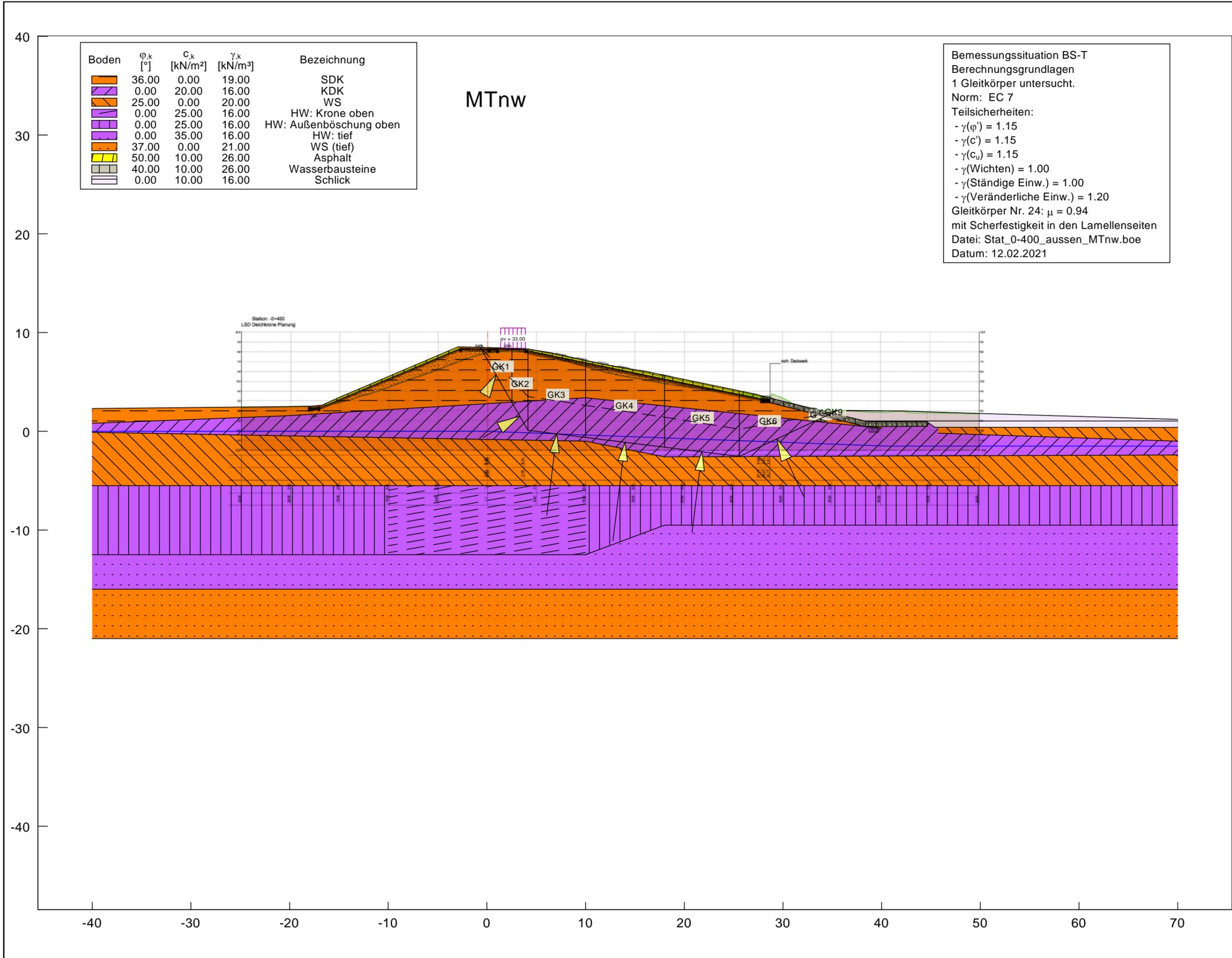
Anlagen:

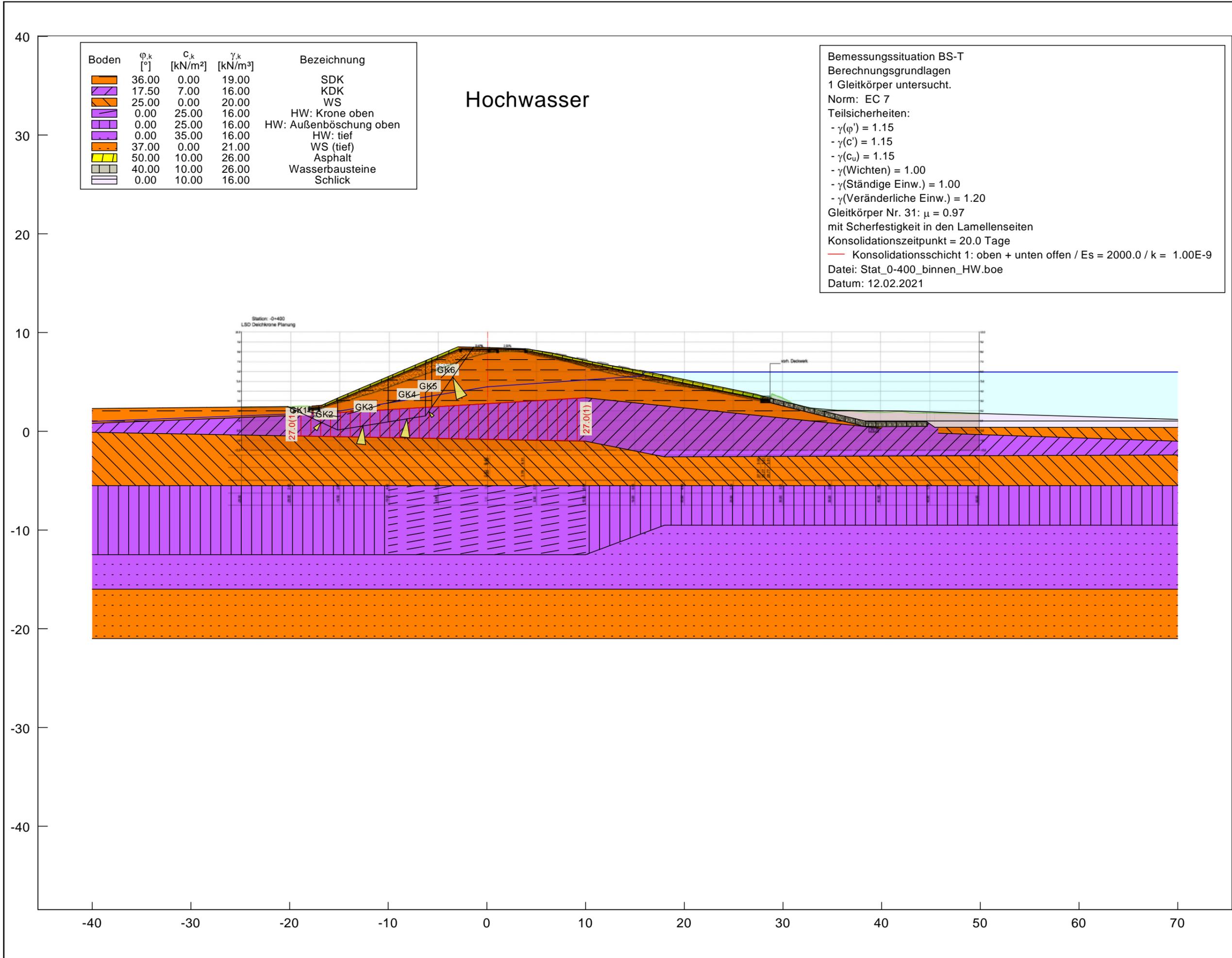
Standsicherheitsuntersuchungen Profil Stat. 0-400	Anlage 1.1 bis 1.8
Standsicherheitsuntersuchungen Profil Stat. 0+000	Anlage 2.1 bis 2.8
Standsicherheitsuntersuchungen Profil Stat. 1+950	Anlage 3.1 bis 3.8

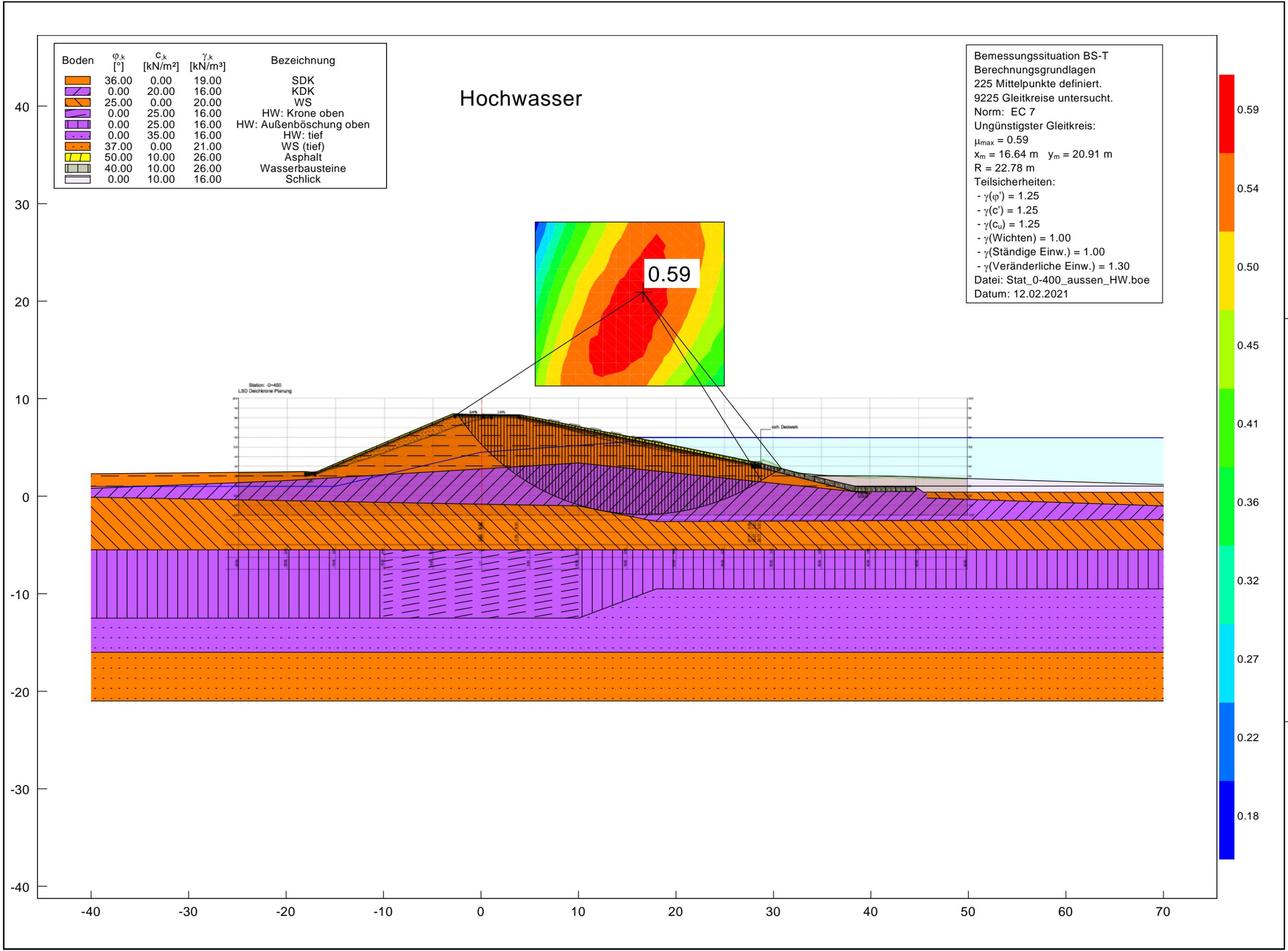








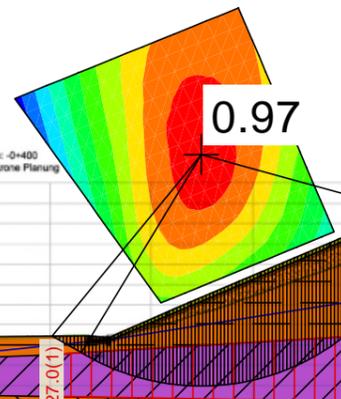
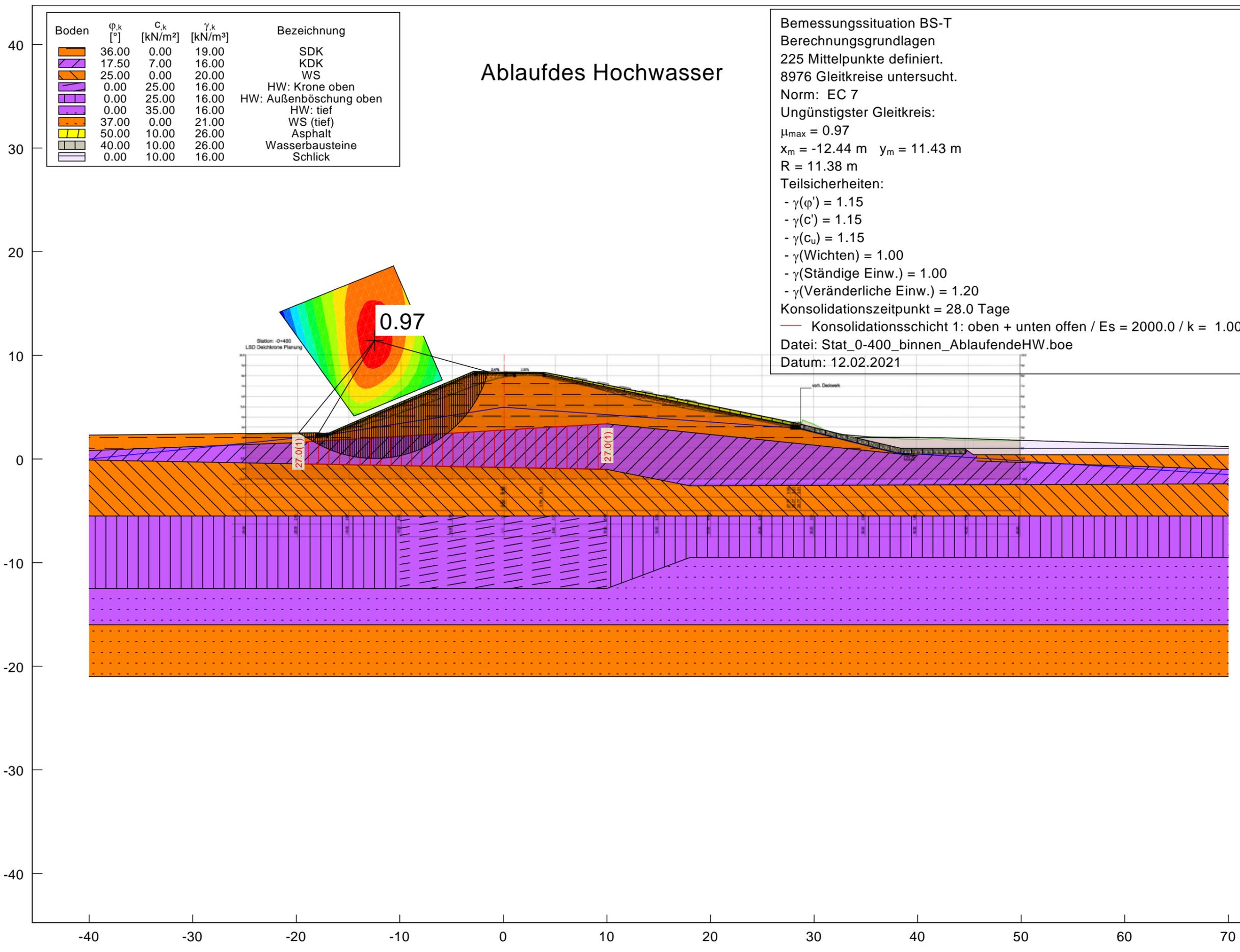




Ablauf des Hochwasser

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 225 Mittelpunkte definiert.
 8976 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.97$
 $x_m = -12.44 \text{ m}$ $y_m = 11.43 \text{ m}$
 $R = 11.38 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Konsolidationszeitpunkt = 28.0 Tage
 — Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / $E_s = 2000.0 / k = 1.00E-9$
 Datei: Stat_0-400_binnen_AblaufendeHW.boe
 Datum: 12.02.2021

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	17.50	7.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick



Station: 0+400
 LSD Deckkante Planung

27.0(1)

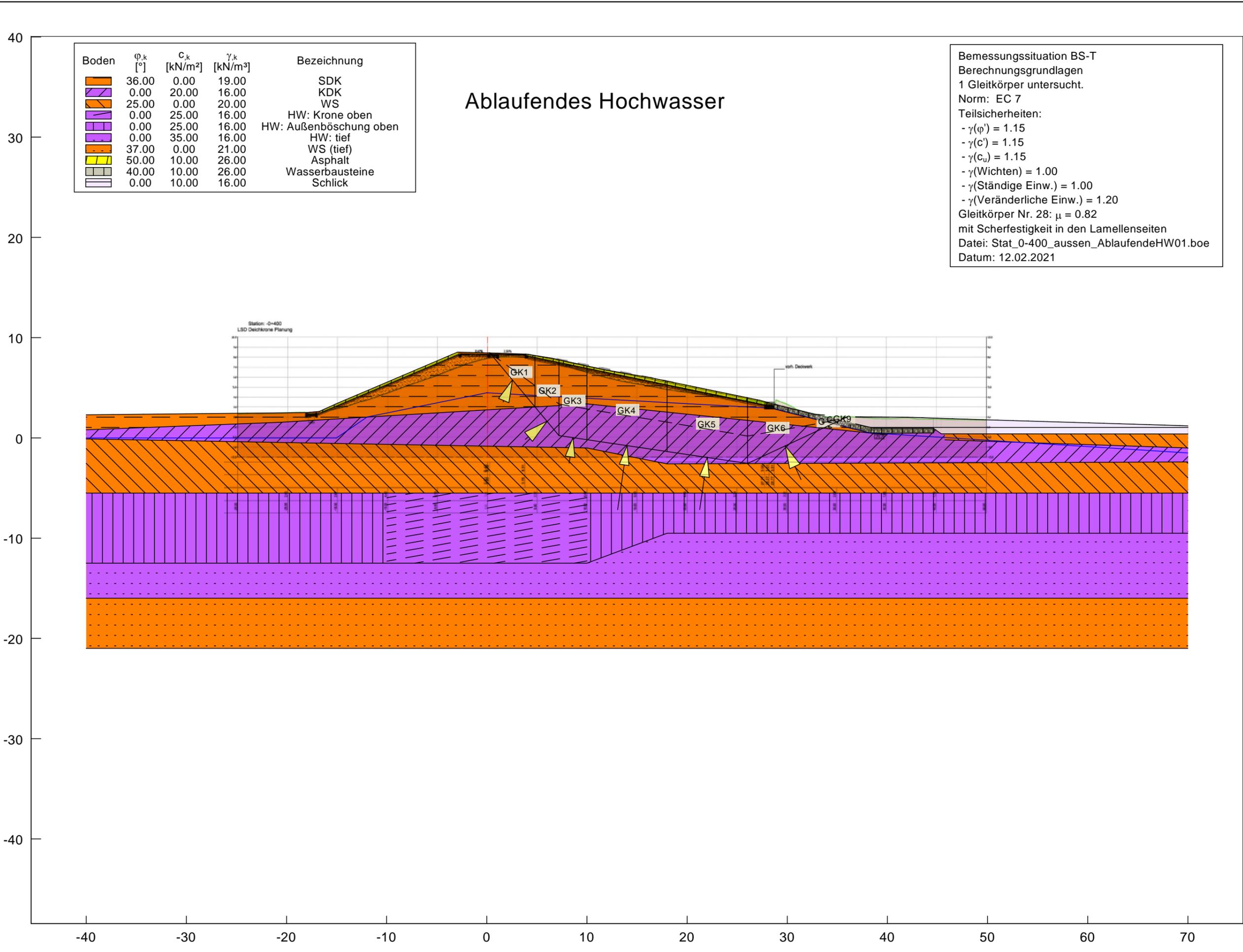
27.0(1)

vert. Deckwerk

Ablaufendes Hochwasser

Boden	ϕ_k [°]	C_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick

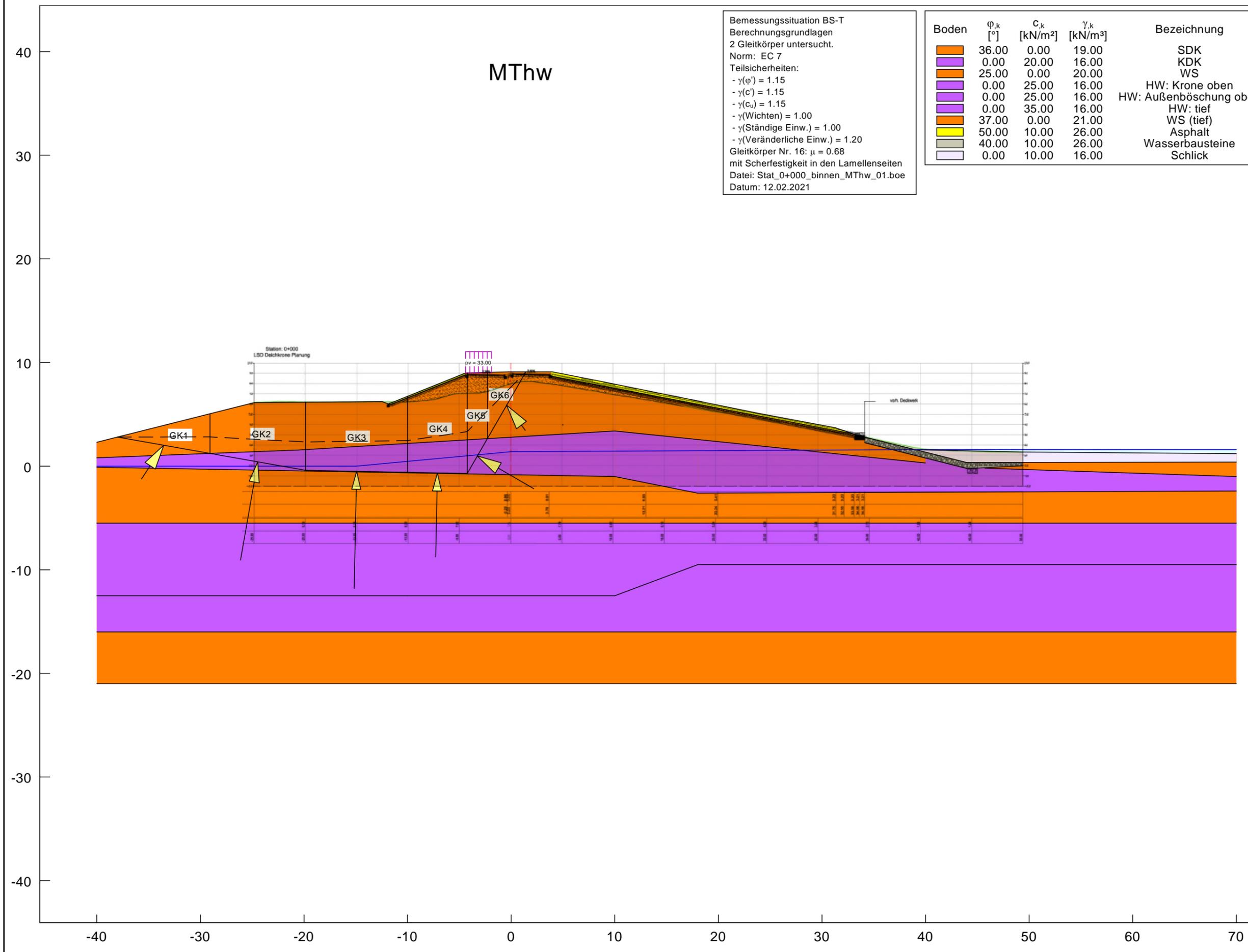
Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 28: $\mu = 0.82$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0-400_aussen_AblaufendeHW01.boe
 Datum: 12.02.2021



MThw

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 2 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 16: $\mu = 0.68$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_binnen_MThw_01.boe
 Datum: 12.02.2021

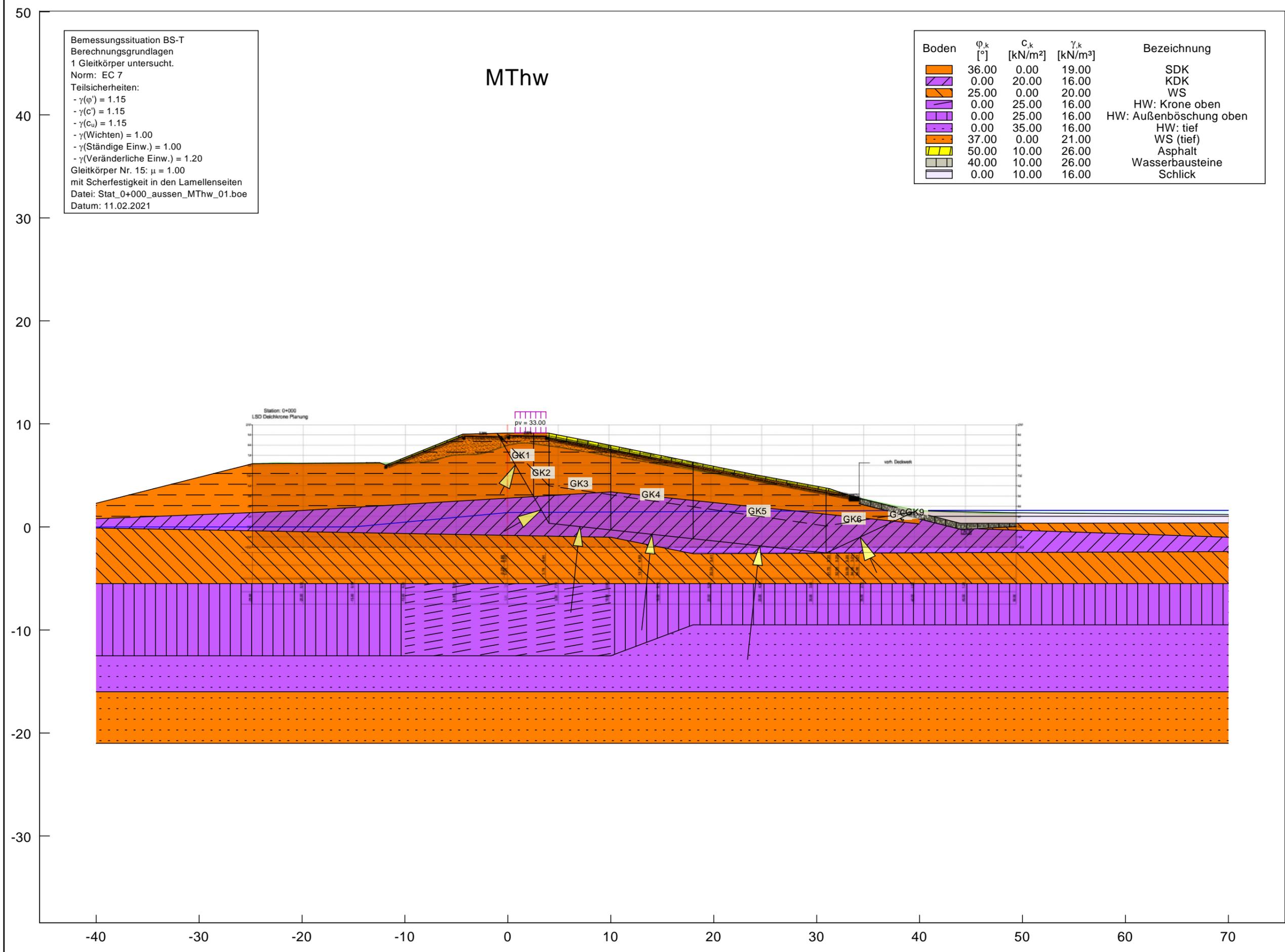
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Orange]	36.00	0.00	19.00	SDK
[Lila]	0.00	20.00	16.00	KDK
[Orange]	25.00	0.00	20.00	WS
[Lila]	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
[Lila]	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
[Lila]	0.00	35.00	16.00	HW: tief
[Orange]	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
[Gelb]	50.00	10.00	26.00	Asphalt
[Grau]	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
[Lila]	0.00	10.00	16.00	Schlick



MThw

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 15: $\mu = 1.00$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_aussen_MThw_01.boe
 Datum: 11.02.2021

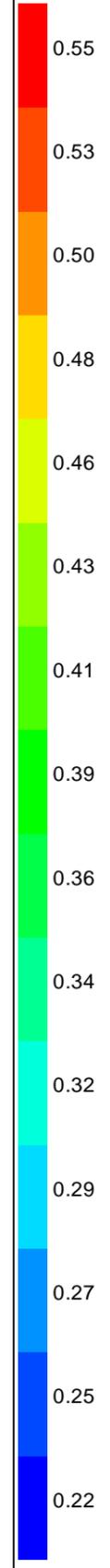
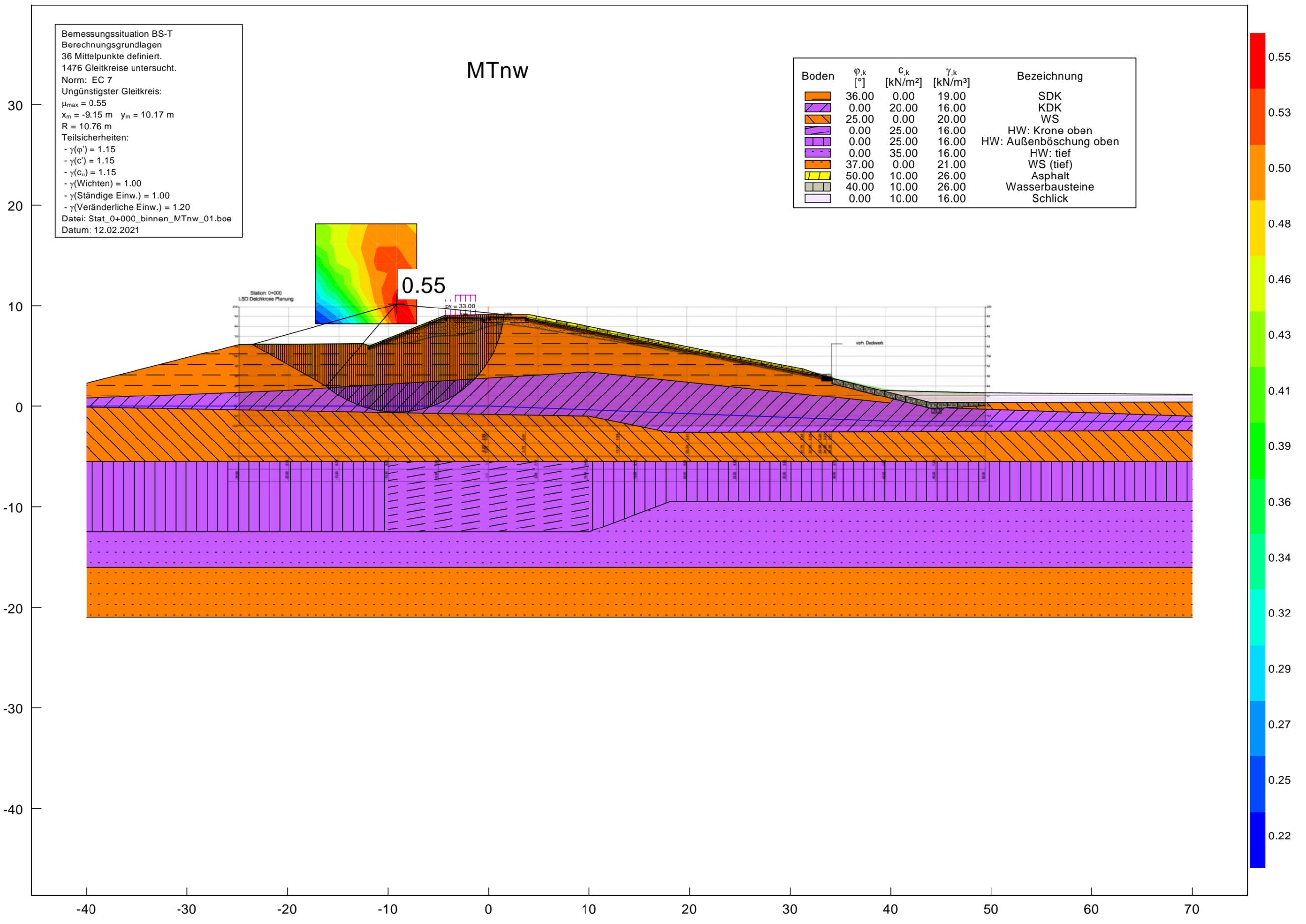
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick



MTnw

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 36 Mittelpunkte definiert.
 1476 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.55$
 $x_m = -9.15 \text{ m}$ $y_m = 10.17 \text{ m}$
 $R = 10.76 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: Stat_0+000_binnen_MTnw_01.boe
 Datum: 12.02.2021

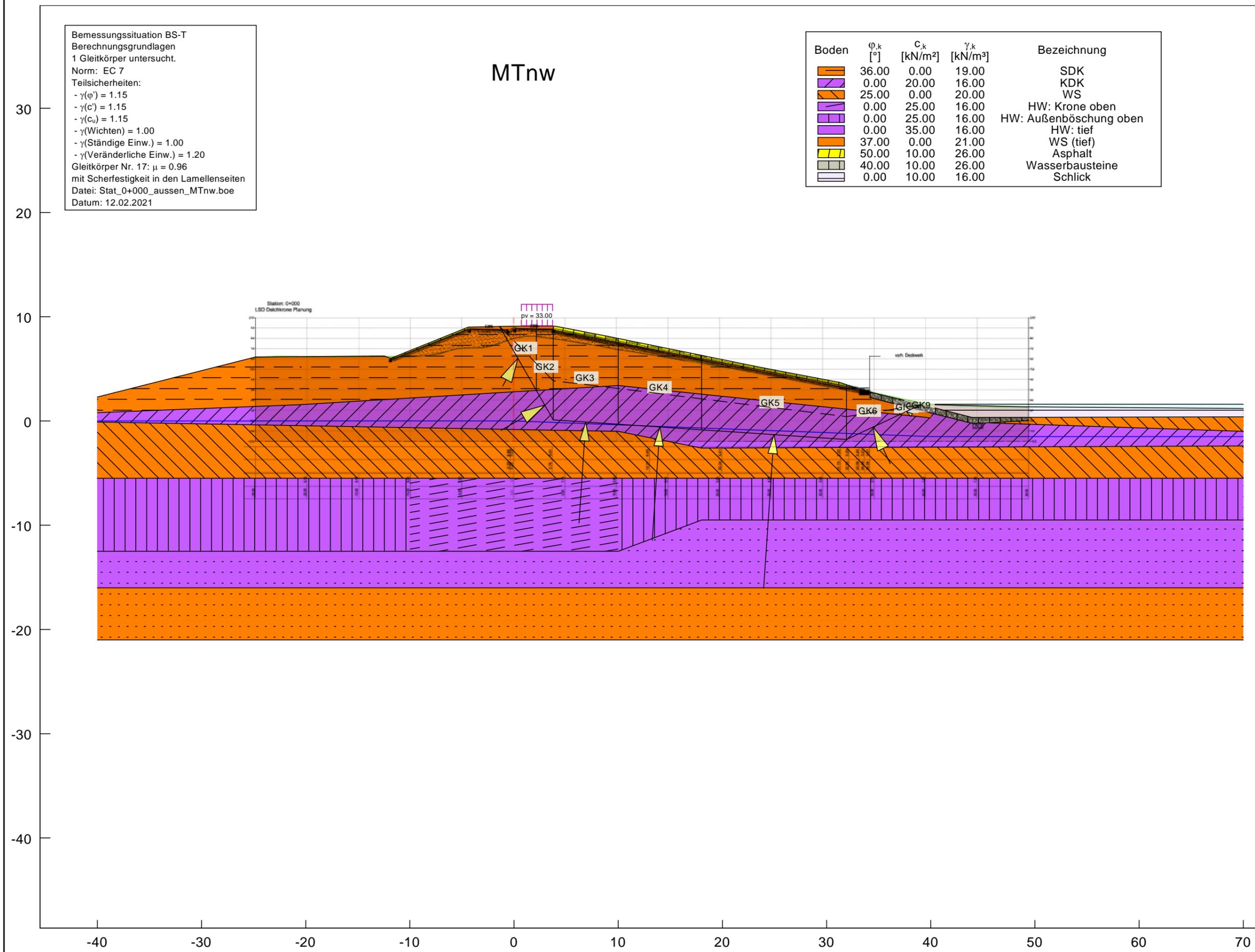
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	35.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	37.00	0.00	21.00	HW: tief
	50.00	10.00	26.00	WS (tief)
	40.00	10.00	26.00	Asphalt
	0.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlack



MTnw

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 17: $\mu = 0.96$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_aussen_MTnw.boe
 Datum: 12.02.2021

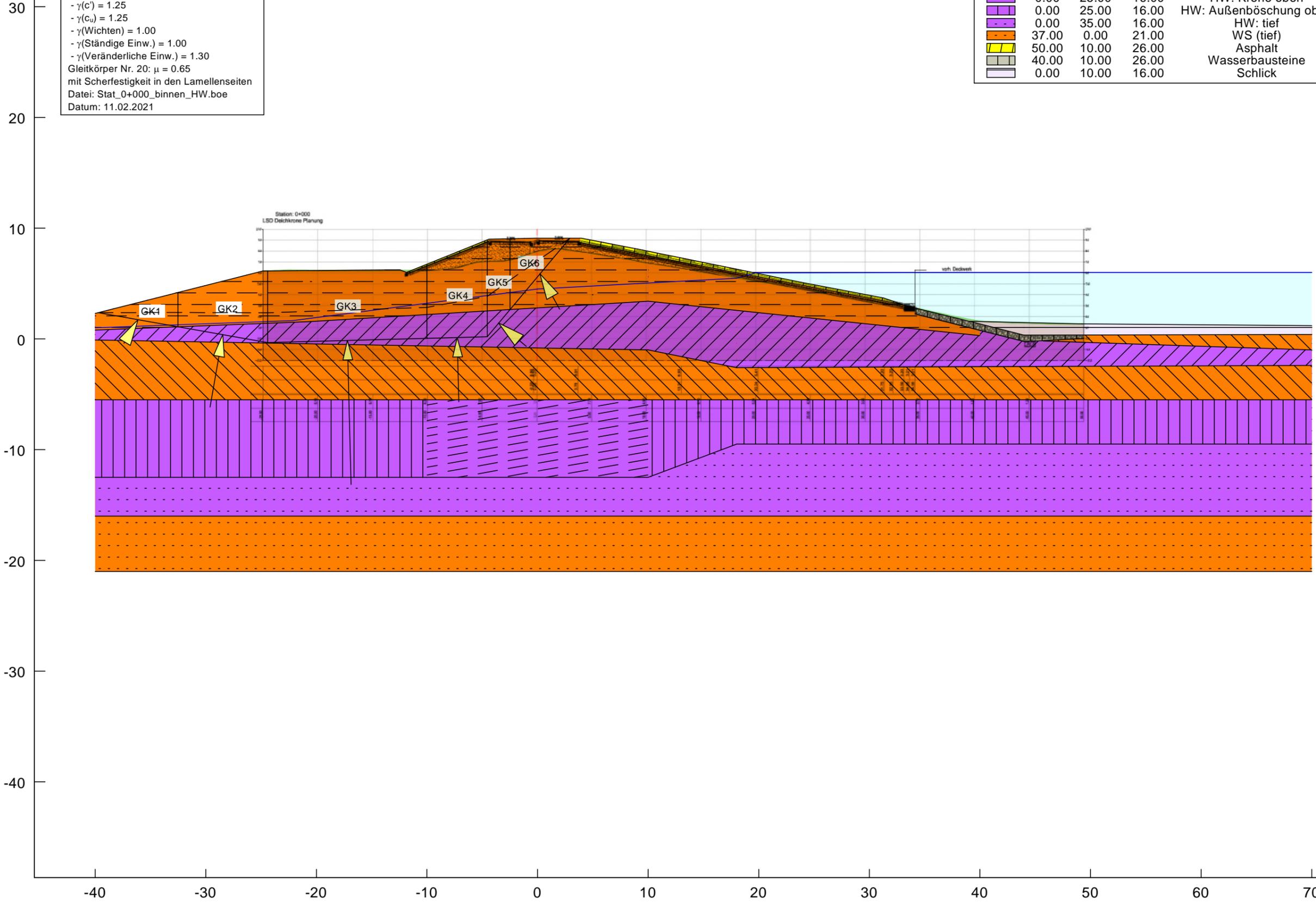
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick



Hochwasser

Bemessungssituation BS-P
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Gleitkörper Nr. 20: $\mu = 0.65$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_binnen_HW.boe
 Datum: 11.02.2021

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick

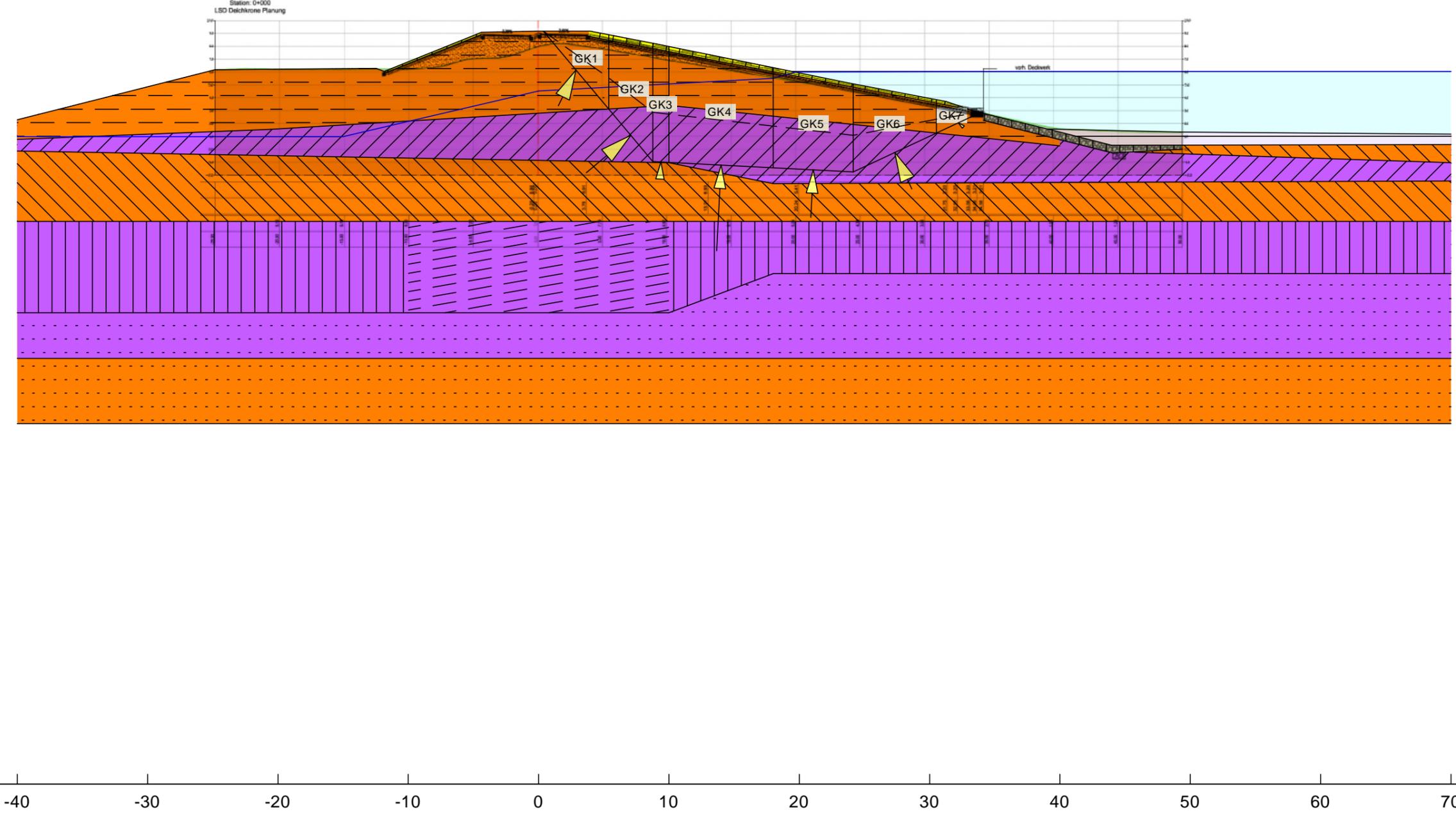


Hochwasser

Bemessungssituation BS-P
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Gleitkörper Nr. 17: $\mu = 0.75$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_aussen_HW_01.boe
 Datum: 11.02.2021

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick

30
20
10
0
-10
-20
-30
-40

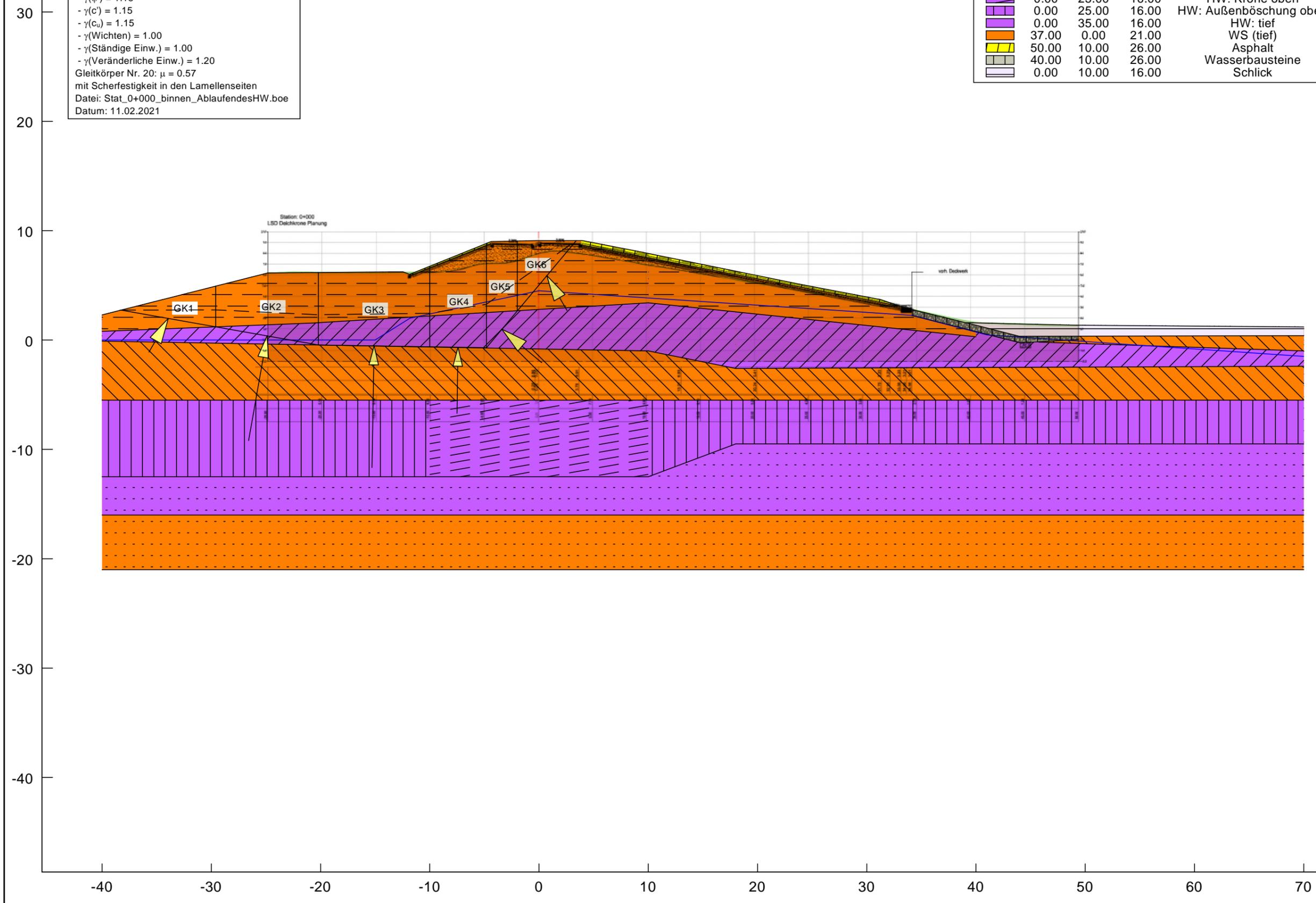


-40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70

Ablaufendes Hochwasser

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 20: $\mu = 0.57$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_binnen_AblaufendesHW.boe
 Datum: 11.02.2021

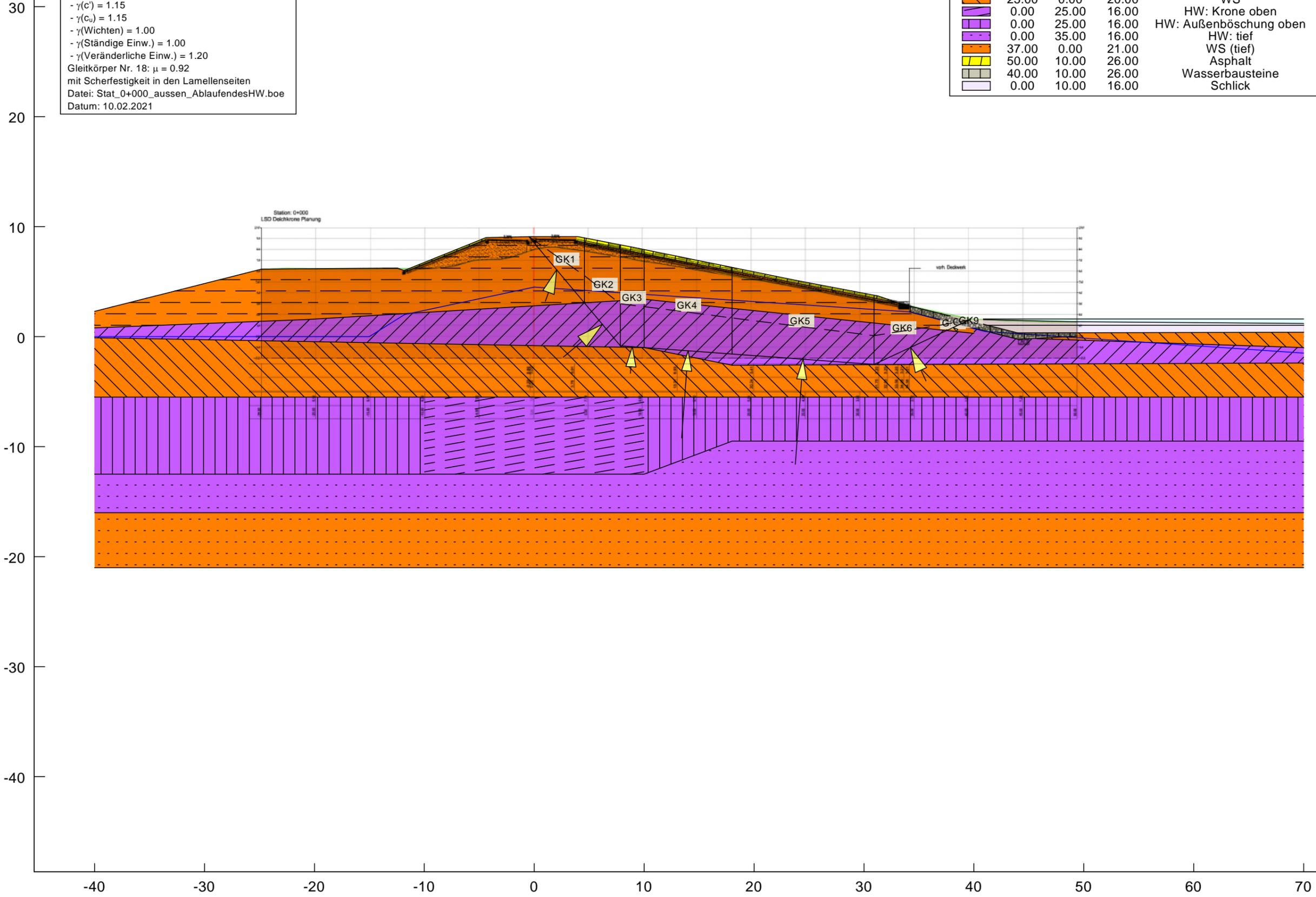
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	35.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick



Ablaufendes Hochwasser

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Gleitkörper Nr. 18: $\mu = 0.92$
 mit Scherfestigkeit in den Lamellenseiten
 Datei: Stat_0+000_aussen_AblaufendesHW.boe
 Datum: 10.02.2021

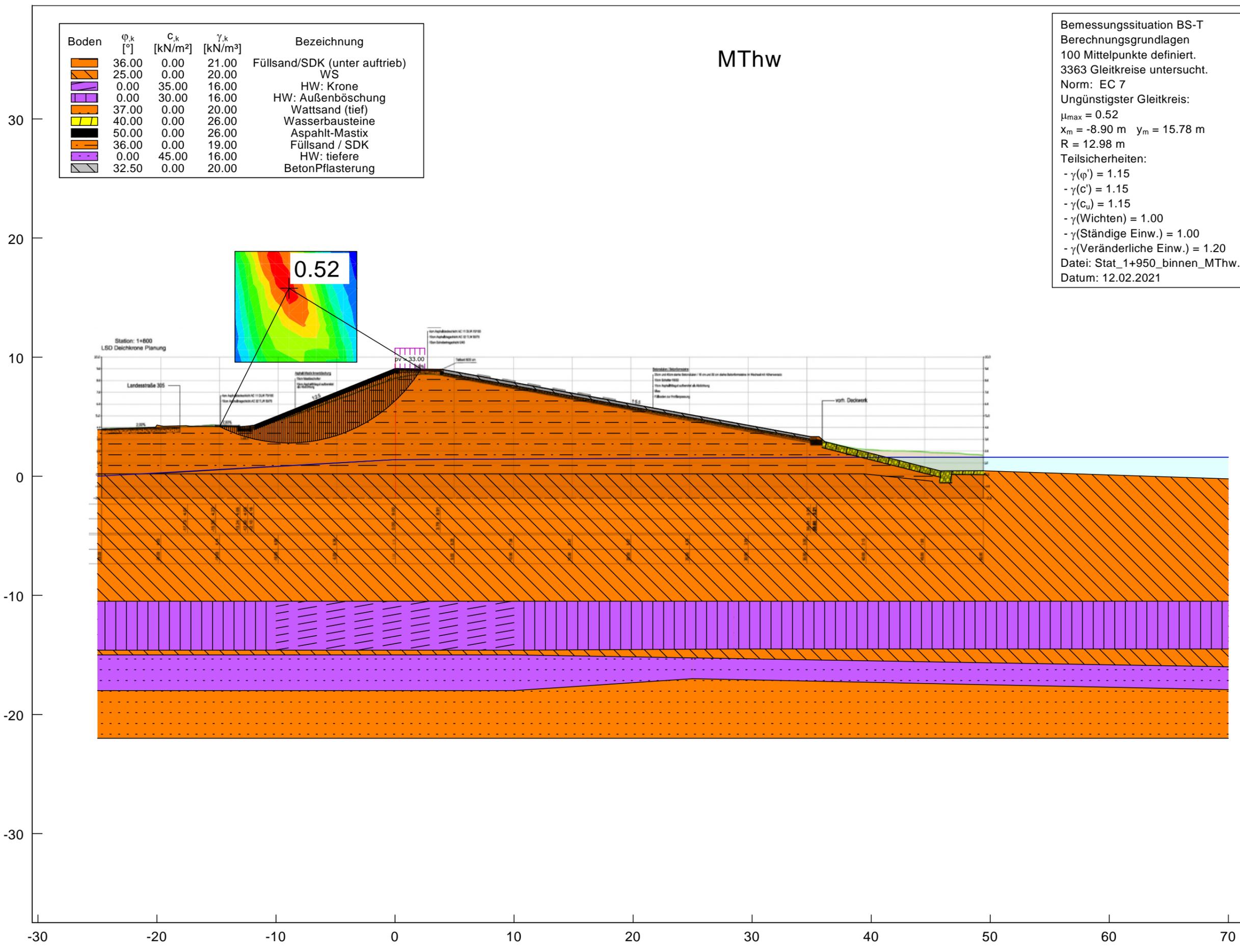
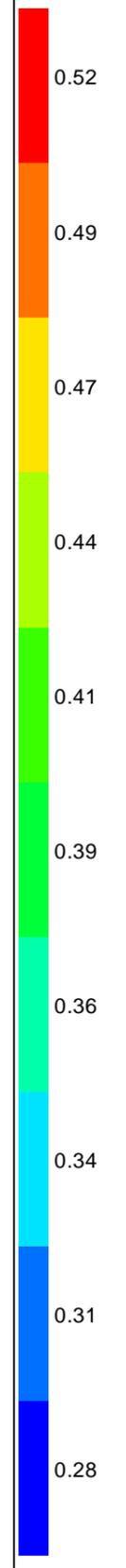
Boden	$\varphi_{c,k}$ [°]	$c_{c,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{c,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	19.00	SDK
	0.00	20.00	16.00	KDK
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	25.00	16.00	HW: Krone oben
	0.00	25.00	16.00	HW: Außenböschung oben
	0.00	35.00	16.00	HW: tief
	37.00	0.00	21.00	WS (tief)
	50.00	10.00	26.00	Asphalt
	40.00	10.00	26.00	Wasserbausteine
	0.00	10.00	16.00	Schlick

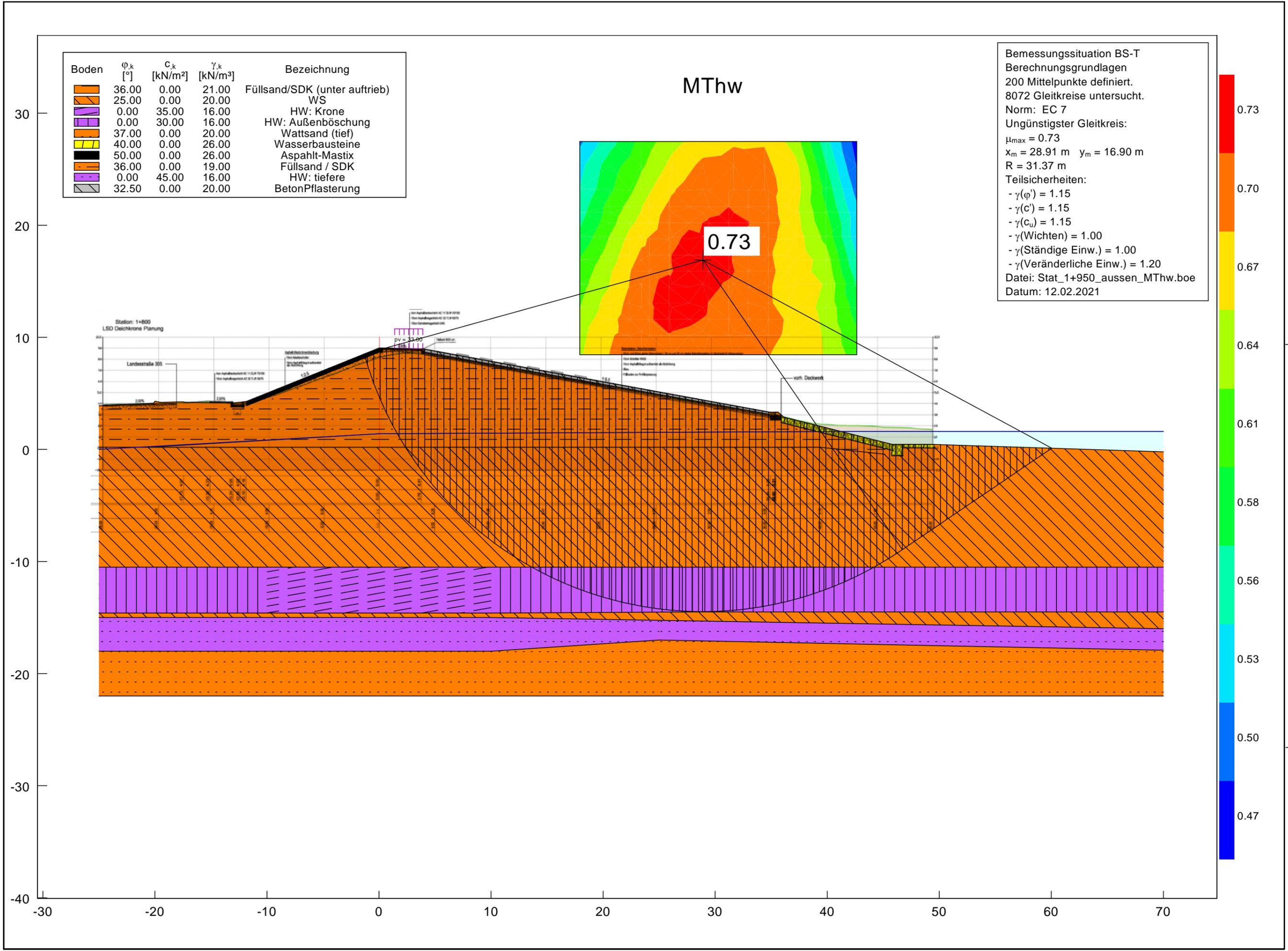


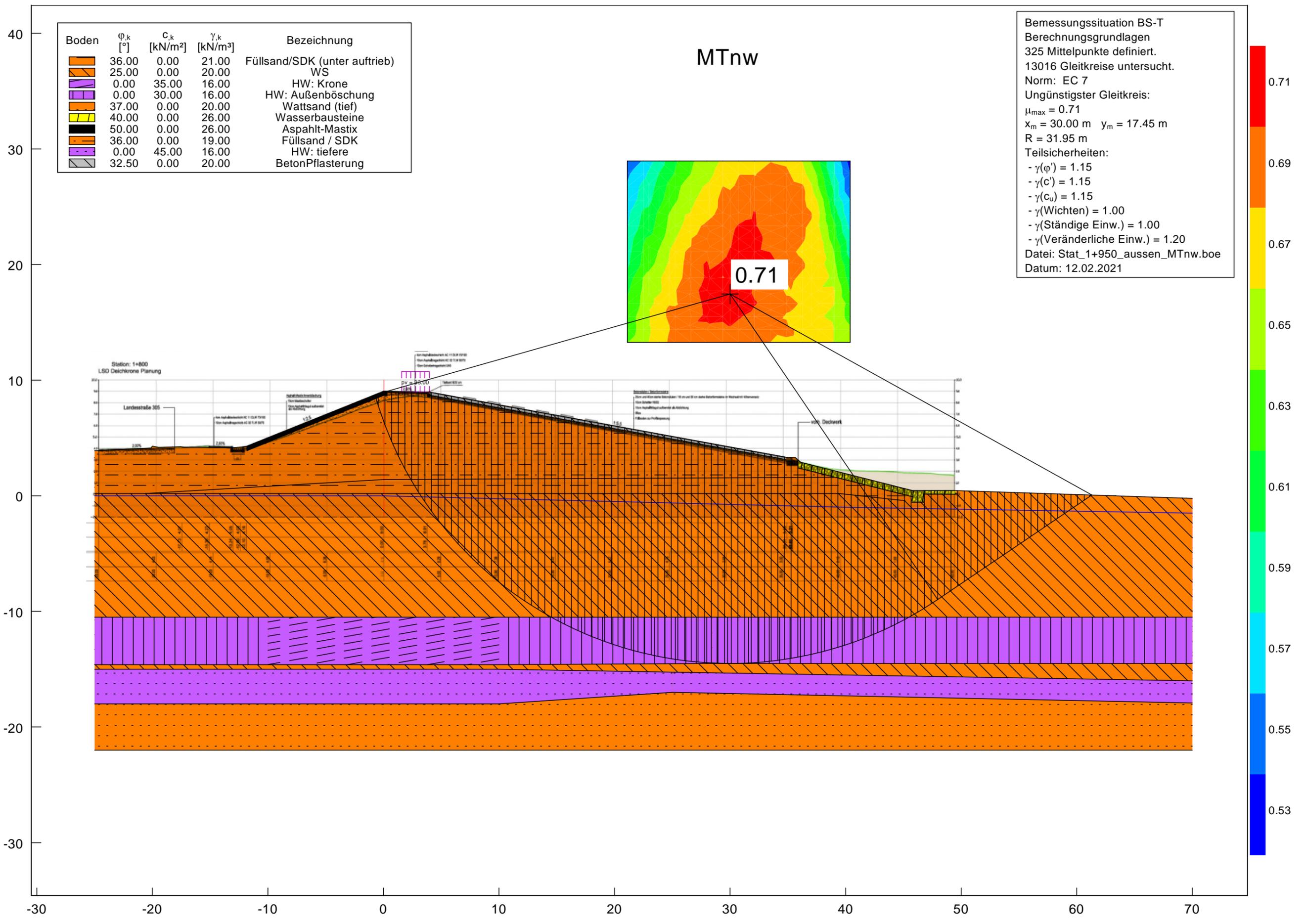
MThw

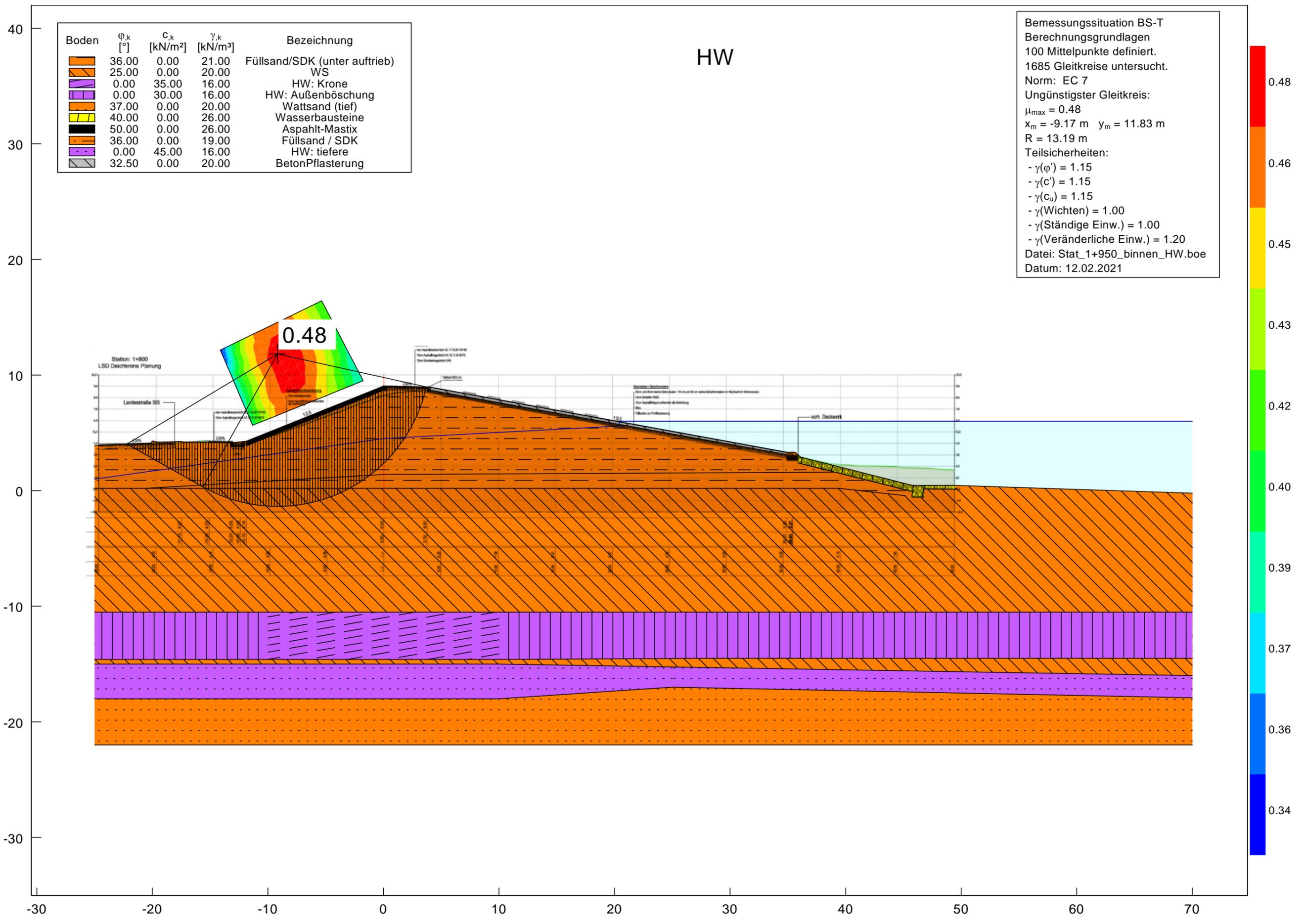
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	21.00	Füllsand/SDK (unter auftrieb)
	25.00	0.00	20.00	WS
	0.00	35.00	16.00	HW: Krone
	0.00	30.00	16.00	HW: Außenböschung
	37.00	0.00	20.00	Wattsand (tief)
	40.00	0.00	26.00	Wasserbausteine
	50.00	0.00	26.00	Asphalt-Mastix
	36.00	0.00	19.00	Füllsand / SDK
	0.00	45.00	16.00	HW: tiefere
	32.50	0.00	20.00	Betonpflasterung

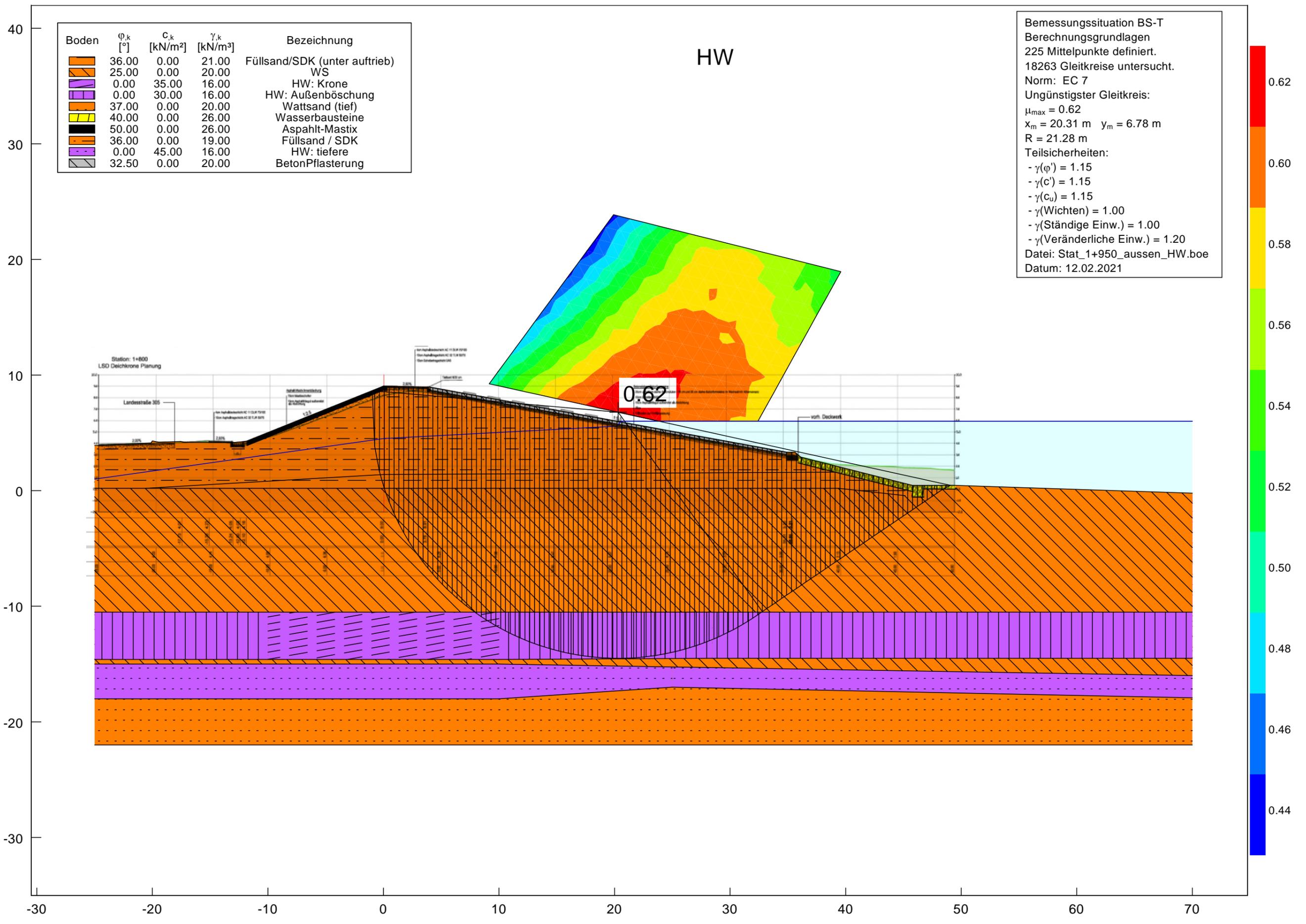
Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 100 Mittelpunkte definiert.
 3363 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.52$
 $x_m = -8.90 \text{ m}$ $y_m = 15.78 \text{ m}$
 $R = 12.98 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: Stat_1+950_binnen_MThw.boe
 Datum: 12.02.2021







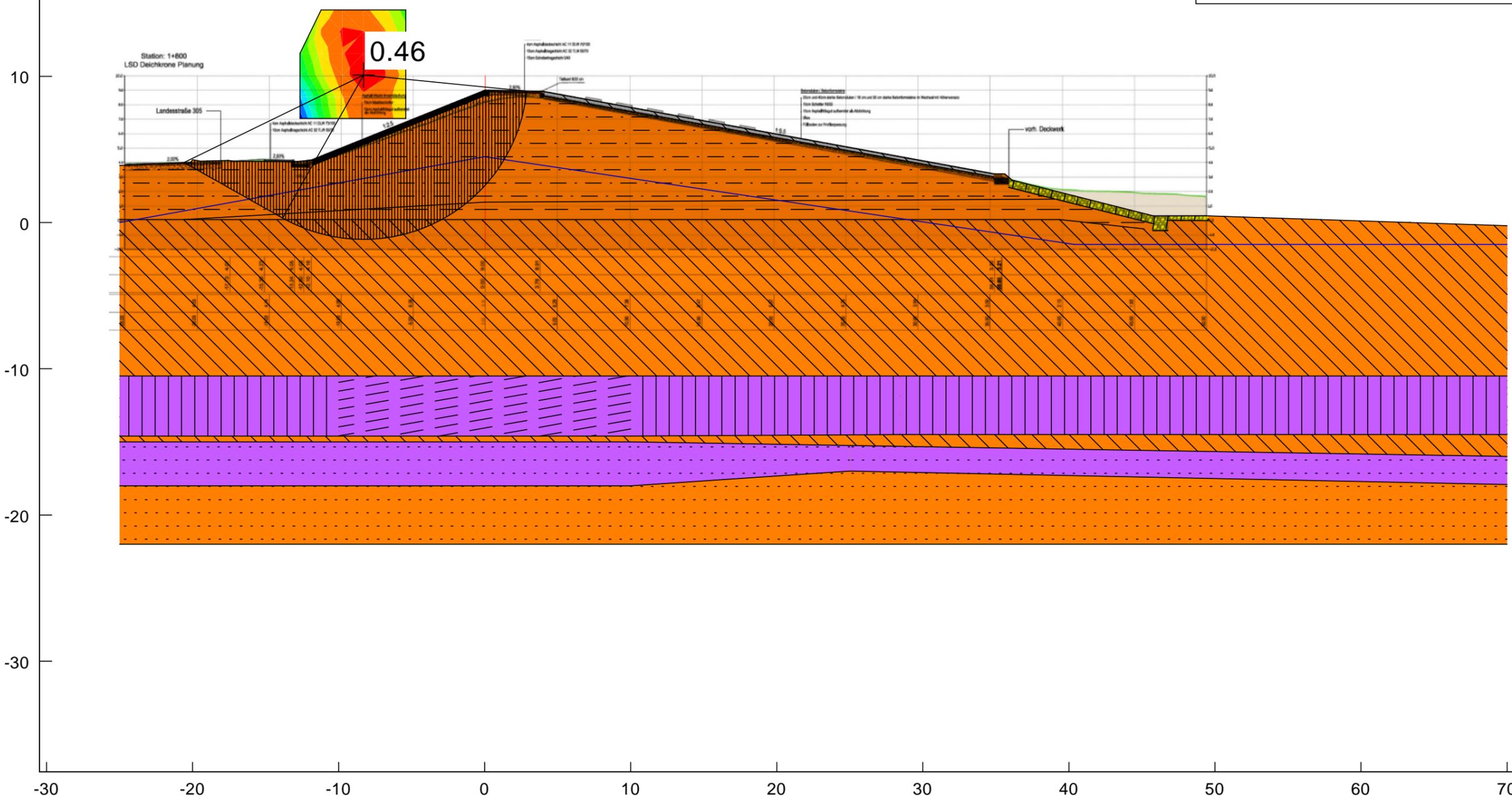
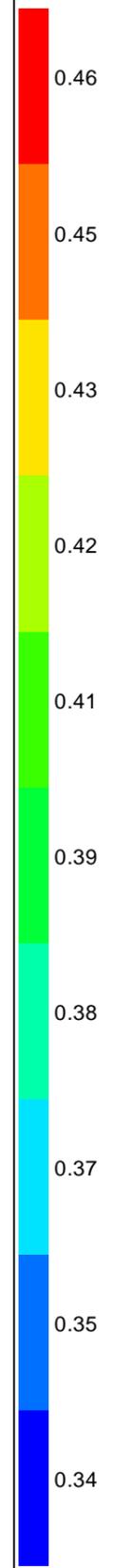




Ablaufendes Hochwasser

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	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
	32.50	0.00	20.00	Betonpflasterung

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 36 Mittelpunkte definiert.
 388 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.46$
 $x_m = -8.30 \text{ m}$ $y_m = 10.08 \text{ m}$
 $R = 11.23 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.15$
 - $\gamma(c) = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: Stat_1+950_binnen_AblaufendesHW.boe
 Datum: 12.02.2021



Ablaufendes Hochwasser

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	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
	32.50	0.00	20.00	Betonpflasterung

Bemessungssituation BS-T
 Berechnungsgrundlagen
 325 Mittelpunkte definiert.
 22325 Gleitkreise untersucht.
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.74$
 $x_m = 32.10 \text{ m}$ $y_m = 22.45 \text{ m}$
 $R = 36.95 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
 Datei: Stat_1+950_aussen_AblaufendesHW.boe
 Datum: 12.02.2021

