

## **Geotechnischer Erläuterungsbericht**

ZUR

Standortsicherheitsuntersuchung  
des Bestandsdamms in Völlkofen  
in 88367 Hohentengen - Völlkofen

---

Aktenzeichen: AZ 16 09 074

Bauvorhaben: Hochwasserschutz Völlkofen  
88367 Hohentengen - Völlkofen  
- Standortsicherheitsuntersuchung -

Bauherr: Gemeinde Hohentengen  
Beizkofer Straße 57  
88367 Hohentengen

Planer: ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG  
Gartenstraße 9  
72280 Dornstetten

Bearbeitung: B.Eng. Dominik Lang

Datum: 20.10.2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorgang</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Baugrundbeschreibung des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>5</b>
2.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten .....	6
2.1.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121.....	7
2.1.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 .....	7
<b>3</b>	<b>Georisiken</b> .....	<b>10</b>
3.1	Seismische Aktivität .....	10
<b>4</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>10</b>
4.1	Grundwasserverhältnisse.....	10
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen</b> .....	<b>11</b>
5.1	Berechnungsgrundlagen .....	11
5.2	Lastfälle, Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte .....	11
5.3	Ermittlung der Sickerlinie.....	13
5.4	Standsicherheit kreisförmig begrenzter Bruchkörper (Berechnungsergebnisse).....	13
<b>6</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen</b> .....	<b>15</b>

## Anlagenverzeichnis

1.1	Übersichtslageplan, Maßstab unmaßstäblich
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab unmaßstäblich
2	Geotechnischer Baugrundschnitt I-I', M.d.H. 1 : 100, M.d.L. 1:125
3.1	Fotodokumentation der Baggerschürfe
3.2	Fotodokumentation der Bohrkerne
4.1-3	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
5.1-9	Nachweis des Grenzzustandes Geo-3, Dammquerschnitt, Bereich BK2/17

**Verwendete Unterlagen und Literatur**

- [1] ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG, Gartenstraße 9, 72280 Dornstetten  
Flussgebietsuntersuchung Färbebach, Hochwasserschutz Völkofen
- [1.1] Übersichtslageplan, Anlage 2.1.1, Maßstab 1:25000, vom 11.04.2016
- [1.2] Detaillageplan Damm, Zeichnung Nr. 88367.002.14, Maßstab 1:250, gep. 25.04.2016
- [1.3] Detail best. Damm mit geol. Entlastungsbauwerk, Zeichnung Nr. 88367.002.12, Maßstab 1:100, gep. 25.04.2016
- [2] BauGrund Süd, Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH, Bad Wurzach  
Geotechnisches Gutachten, Standsicherheit Staudamm Völkofen, Gemeinde Hohentengen, AZ 04 07 04; gef. 20.07.2004
- [3] Landratsamt Sigmaringen, Umwelt und Arbeitsschutz, Postfach 1462, Sigmaringen  
Stellungnahme zur Flussgebietsuntersuchung „Färbebach“ vom 29.09.2016
- [4] Geologische Karte von Baden-Württemberg mit Erläuterung, Bad Saulgau - West, Blatt 7922, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 1997
- [5.1] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [5.2] DIN EN 1997-1/NA Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [5.3] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [5.4] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [6] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau  
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [7] DIN 4084:2009-01: Baugrund-Geländebruchberechnungen
- [8] DIN 19700-10 – Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen, Juli 2004
- [9] DIN 19700-11 – Stauanlagen – Teil 11: Talsperren, Juli 2004

## **1 Vorgang**

Die Gemeinde Hohentengen plant ein Hochwasserrückhaltebecken mit einem neuen Entlastungsbauwerk im Bereich des Bestandsdamms über den Färbebach südlich der Gemeinde Völlkofen. Planerisch wird das Projekt von dem Ingenieurbüro ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG aus Dornstetten betreut.

Ein Geotechnisches Gutachten [2] über die Standsicherheit des Staudammes über den Färbebach bei Völlkofen wurde bereits im Jahr 2004 erstellt sowie eine Stellungnahme vom Landratsamt Sigmaringen über weitere notwendige Untersuchung [3] liegen den Planungsbeteiligten vor.

In diesem Zusammenhang wurde die Fa. BauGrund Süd GmbH über das Ingenieurbüro ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG mit der Durchführung von weiteren Feld- und Laboruntersuchungen sowie mit zusätzlichen Standsicherheitsbetrachtungen in Anlehnung an die DIN19700 beauftragt.

Im vorliegenden Bericht wird über die ergänzenden Feld- und Laborarbeiten berichtet sowie die Ergebnisse der zusätzlichen Standsicherheitsbetrachtungen zusammengefasst und bewertet.

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse kamen am 10.08. und 11.08.2017 drei trockene Rammkernbohrungen BK 1-3/17 mit durchgehender Kerngewinnung zur Ausführung. Die Bohrungen reichten bis in eine Tiefe zwischen 10,00 m und 12,00 m unter der Geländeoberkante (GOK). In Ergänzung zu den Rammkernbohrungen wurden zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge eine Rammsondierung (DPH 1/17) mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht. Die Rammsondierung erreichte eine Tiefe von 8,10 m u. GOK, nach dem kein weiterer Sondierfortschritt mehr zu verzeichnen war. Ergänzend zu diesen Aufschlüssen wurde auf der Luftzugewandten Dammseite am Böschungsfuß zwei Baggerschürfe angelegt, die zur Überprüfung eines bestehenden Drainageprismas dienen.

Der Standort des Untersuchungsgebietes ist in der Anlage 1.1 dargestellt. Die Einmessung der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe erfolgte mittels GPS durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd. Die entsprechenden Rechts- und Hochwerte (Gauß-Krüger-Koordinaten) sowie die Absoluthöhen sind im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen und des Rammsondierdiagramms die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in dem geotechnischen Baugrundschnitt der Anlage 2 wiedergegeben wird.

## AZ 16 09 074, Standsicherheitsuntersuchung des Bestandsdammes in Völlkofen

Die angelegten Baggerschürfe sowie die mit den Bohrungen durchörterten Böden sind fotografisch in den Anlagen 3.1-2 dokumentiert.

Aus dem aufgeschlossenen Bohrgut wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 4.1-3 aufgeführt.

Die Standsicherheitsbetrachtungen in den Anlagen 5.1-9 erfolgte in Anlehnung an die DIN 19700 unter Einbeziehung der Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054.

## 2 Allgemeine Baugrundbeschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südlich von Völlkofen der Gemeinde Hohentengen. Der Bestandsdamm über den Färbebach, welcher bereits vor Jahrzehnten als Dammbauwerk eines ehemaligen Weihers wirkte, dieser jedoch wieder abgelassen wurde, soll nach dem derzeitigen Planungsstand als Hochwasserrückhaltebecken mit einem neuen Entlastungsbauwerk genutzt werden.

Das Hochwasserrückhaltebecken wird durch den Färbebach gespeist. Der gesamte Stauinhalt bei Vollstau beträgt ~ 94 000 m<sup>3</sup>. Der bestehende Erddamm ist ~ 5,60 m breit und weist eine Länge von ~ 170 m auf. Die Dammhöhe beträgt von Dammkrone bis Beckensohle rd. 4,5 m. Die Hochwasserentlastung erfolgt hier über ein neu zu errichtendes Entlastungsbauwerk. Die Dammfanken sind im ungünstigsten Schnitt mindestens unter 1:1,5 (< 33°) geneigt. Der Wasserspiegel (Normalstau) im Färbebach liegt auf einer Höhenkote von 591,95 m ü. NN.



Abb.1+2: Blick über das Untersuchungsareal in westlicher Richtung am 10.08.2017

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

<b>Auffüllungen / Dammmaterial</b>	(Rezent)
<b>Schmelzwasserkies</b>	(Pleistozän)

## AZ 16 09 074, Standsicherheitsuntersuchung des Bestandsdammes in Völlkofen

Die erkundete Baugrundabfolge und deren geologischen Zusammensetzung können im Detail den einzelnen Bohrprofilen in dem Baugrundschnitt der Anlage 2 entnommen werden.

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Rammkernbohrungen und den Rammsondierungen in folgenden Schichttiefen festgestellt:

**Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen Rammkernbohrungen (bis m unter Gelände)**

Aufschluss	Auffüllungen / Dammmaterial	Talablagerungen
BK 1/17	0,00 - 7,20	7,20 - 10,00*
BK 2/17	0,00 - 7,10	7,10 - 12,00*
BK 3/17	0,00 - 7,50	7,50 - 10,00*

\* Endtiefe Bohrung

**Tabelle 2: Schichtglieder und Schichttiefen Rammsondierung (bis m unter Gelände)**

Aufschluss**	Auffüllungen / Dammmaterial	Talablagerungen
DPH 1/17	0,00 - 7,20	7,20 - 8,10*

\* Endtiefe Sondierung, kein Sondierfortschritt mehr möglich

\*\* Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten

### 2.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein 2-dimensionales Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist in der Anlage 2 wiedergegeben.

#### **Auffüllungen / Dammmaterial**

Das bestehende Dammbauwerk ist nach den Aufschlussergebnissen rd. 7,50 m mächtig. Dabei handelt es sich nach der bodenmechanischen Ansprache des Bohrgutes unterhalb der maximal 1,20 m mächtigen Kiestragschicht des Feldwegs überwiegend um eine bindige Auffüllfazies. Die Dammschüttung besteht aus einem hellbraun bis olivgrau gefärbten, schwach sandigen, tonigen Schluff. Ab 6,20 m Tiefe im Übergangsbereich zum natürlich gewachsenen Schmelzwasserkies sind die Auffüllungen des Dammmaterials als ein schluffiger bis stark schluffiger, sandiger Fein- bis Grobkies zu bezeichnen.

Die ermittelten Schlagzahlen ( $N_{10}$  = Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe des Sondiergestänges in den Boden) der schweren Rammsonde liegen für den gesamten Tiefenbereich des künstlichen Dammmaterials bei  $N_{10} = 1$  bis 11. Entsprechend der manuellen Prüfung des Bohrgutes sowie den ermittelten Schlagzahlen zufolge, besitzen die bindigen Auffüllböden eine überwiegend steife bis halbfeste Zustandsform.

### Schmelzwasserkies

Im Liegenden des Dammmaterials folgen in den abgeteuften Bohrungen (BK 1-3/17) wassergesättigte Schmelzwasserkiese, deren Liegendgrenze bis zur Erkundungsendtiefe von 12,0 m u. GOK nicht angetroffen wurde.

Die graubraun gefärbten Schmelzwasserkiese sind bautechnisch als ein schwach schluffiger, sandiger bis stark sandiger Fein bis Grobkies zu klassifizieren. Im Sedimentationsbereich ist auch mit größeren Steinen bis hin zu Blockgrößen vereinzelt zu rechnen.

Die Lagerungsdichte der Schmelzwasserkiese liegt gemäß der Rammsondierung mit registrierten Schlagzahlen von  $N_{10} = 13$  bis  $>25$  im mitteldichten bis dichten Lagerungszustand.

## 2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden bodenmechanische Laborversuche an ausgewählten Bodenproben durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

### 2.1.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz.

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt. Es wurde an insgesamt 14 Bodenproben der natürliche Wassergehalt ermittelt, deren Ergebnisse nachstehend wiedergegeben sind:

**Tabelle 3: Übersicht der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen**

Geologische Einheit	Anzahl Wassergehaltsbestimmungen	Minimaler Wassergehalt [%]	Maximaler Wassergehalt [%]
Dammmaterial	14	17,37	28,52

Wie aus der Tabelle hervorgeht, variiert der natürliche Wassergehalt des bindigen Dammmaterials (Auffüllungen) zwischen  $w_n = 17,37$  % und  $w_n = 28,52$  %. Die ermittelte Wassergehaltsspanne bestätigt dabei die manuell festgestellte durchweg steife bis halbfeste Zustandsform des bestehenden Dammmaterials.

### 2.1.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform durch die Fließgrenze, von der knetbaren zur halbfesten Zustandsform durch die Ausrollgrenze und von der halbfesten zur festen Zustandsform durch die Schrumpfgrenze bezeichnet.

## AZ 16 09 074, Standsicherheitsuntersuchung des Bestandsdammes in Völkofen

Die Ausroll- und Fließgrenze dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl ( $I_c$ ) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße  $\leq 0,063$ ) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ist im Detail der Anlage 4.2-3 zu entnehmen. Das Versuchsergebnis ist zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle 4 wiedergeben.

**Tabelle 4: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Konsistenz- zahl ( $I_c$ )	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodengruppe	Geologische Einheit
BK 2/17	3,0	1,01	20,6	halbfest	TM	Dammmaterial
BK 2/17	6,0	0,81	18,0	steif	TM	Dammmaterial

Mit einer Konsistenzzahl von 0,81 bis 1,01 und einem Wassergehalt von  $w_n = 18,0$  % bis 20,6 % besitzen die angetroffenen Böden eine steife bis halbfeste Konsistenz. Demnach kann ein qualifizierter Dammaufbau bestätigt werden. Nach ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande sind diese Böden der Bodengruppe TM (mittel plastische Tone) zu zuordnen.

### 2.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

**Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

Schichten		Wichte (feucht) $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (u. Auftrieb) $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reib.-winkel dräniert $\varphi_k$ [°]	Kohäsion dräniert $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllungen	Kiestragschicht (Fein- bis Grobkies)	19 - 21	9 - 11	30,0 - 35,0	0 - 1*	[10 - 20]
	Dammmaterial (Schluff, steif bis halbfest)	18 - 19	8 - 9	25,0 - 30,0	3 - 7	[5 - 10]
	Übergangsbereich (Fein- bis Grobkies)	18 - 20	8 - 10	27,5 - 32,5	0 - 2*	[10 - 20]
Schmelzwasserkies (Fein- bis Grobkies)		21 - 22	11 - 12	30,0 - 35,0	0 - 2*	40 - 60

\*scheinbare Kohäsion

Nach den vorliegenden Aufschlussresultaten und den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungen wird vorgeschlagen, die im Bauareal anstehenden Böden gemäß DIN 18300:2015 in folgende **Homogenbereiche** einzuteilen:

**Tabelle 6: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche**

Homogenbereich	Baugrundsichten
A1	Auffüllungen / Kiestragschicht
A2	Auffüllungen / Dammmaterial
A3	Auffüllungen / Übergangsbereich
B	Schmelzwasserkies

Gemäß DIN 18300:2015-08 (VOB/C 2015) können für die oben beschriebenen Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden.

**Tabelle 7: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)**

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich			
	A1	A2	A3	B1
Massenanteil Steine [%]	0 - 10	-	0 - 10	0 - 10
Massenanteil Blöcke [%]	-	-	0 - 5	0 - 8
Massenanteil große Blöcke [%]	-	-	0 - 1	0 - 5
Konsistenz	-	steif bis halbfest	-	-
Plastizität [%]	-	10 - 30	-	-
Lagerungsdichte	mitteldicht	-	mitteldicht	mitteldicht bis dicht
Bodengruppe	[GW]	[UM/TM]	[GU/GU*]	GU
Bodenklasse	3, 5	4, 6	3, 4, 5	3, 5
Ortsübliche Bezeichnung	A, fG-gG	A, U	A, fG-gG	SG

### 3 Georisiken

#### 3.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: DIN 4149:2005-04), befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 2** und ist somit als ein Gebiet indem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 7,0 bis < 7,5 erreicht werden kann, zu charakterisieren. Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse T** („flache Sedimentbecken, Übergangszone“).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2012-08, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen kann für den anstehenden Untergrund die **Baugrundklasse C** (grobkörnige bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde gelegt werden.

### 4 Hydrogeologie

#### 4.1 Grundwasserverhältnisse

Ein Zulauf von Schicht-/Grundwasser konnte zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten in allen Rammkernbohrungen beobachtet werden. Eine Messung des Wasserspiegels in der Rammsondierung war dagegen nicht möglich, da das Sondierloch unmittelbar nach dem Ziehen des Sondiergestänges zusammenfiel. Die während der Erkundungsarbeiten am 10.08. und 11.08.2017 aufgenommenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

**Tabelle 8: Wasserspiegelhöhe in den Bohrungen vom 10.08. und 11.08.2017**

Bohrung	Wasser angetroffen		Wasserstand nach Bohrende	
	m u. GOK.	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN
BK 1/17	7,30	590,57	6,90	590,97
BK 2/17	7,00	590,14	6,60	590,54
BK 3/17	7,30	590,25	6,50	591,05

Zur Zeitpunkt der Bohrarbeiten wurde das Schicht- / Grundwasser vorwiegend innerhalb der Schmelzwasserkiese angetroffen, welcher im Untersuchungsareal als Porengrundwasserleiter fungiert. Ein Grundwasserstauer wurde mit den Aufschlüssen bis in eine Tiefe von 12,0 m u. GOK nicht erkundet. Das Grundwasser ist teilweise unter den Auffüllungen bzw. dem bindigen Dammaterial eingespannt.

## 5 Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen

### 5.1 Berechnungsgrundlagen

Anhand der uns zur Verfügung gestellten Unterlagen [1] bis [3] wurden im Folgenden für ein Querprofil des Bestandsdammes der Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3 in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 19700 geführt.

**Tabelle 9: Einteilung der Position**

Position	Querschnitt
Bereich BK2/17	Bestandsdamm mit gepl. Entlastungsbauwerk [1.3]

Grundlage hierfür bilden die vorliegenden Entwurfspläne und Schnitte [1.1-3], wonach die Dammoberkante auf einer Höhenkote von ~597,15 m ü. NN zu liegen kommt. Die Breite der bestehenden Dammkrone wird mit 5,60 m angegeben.

Die Neigungen der Dammlanken im maßgebenden Schnitt betragen Becken- und Landseitig mindestens 1:1,5 (~33°), wobei diese nach der visuellen Wahrnehmung vor Ort zum Teil deutlich flacher anstehen. Der Wasserspiegel (Normalstau) im Färbebach liegt auf einer Höhenkote von 591,95 m ü. NN bzw. der geplante Volleinstau des Entlastungsbauwerks soll auf einem Höhenniveau von 595,30 m ü. NN zu liegen kommen. Auf der Dammkrone wird eine Verkehrslast (SLW30) von  $p = 16,7 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt.

Für die Standsicherheitsuntersuchung wurden die in Tabelle 5 bis 7 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte in den nachstehenden Berechnungen herangezogen.

### 5.2 Lastfälle, Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte

Die Standsicherheit des Bestandsdamms wird in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 19700 für die in Tabelle 10 aufgelisteten Einwirkungskombinationen untersucht.

**Tabelle 10: Einwirkungskombinationen**

Lastfall (LF)	Einwirkungskombinationen				
	Eigenlast	Verkehrslast	Wasserdruck/ Stömungskraft	schnellstmögliche Wasserspiegel- absenkung	Erdbeben
LF 1.1, Vollstau $Z_V$ (hier = $Z_V = Z_S$ )	x	SLW30	Normalstau im Färbebach	-	-
LF 1.2, leeres Becken	entfällt				
LF 2.1, HW-Stauziel 1 ( $Z_{H1} = Z_K$ )	x	SLW30	Vollstau bei Hochwasser	-	-
LF 2.2, Schnelle Wasserspiegelabsenkung	entfällt				
LF 2.3, außerplanmäßige Zustände	entfällt				
LF 2.4, Betriebserdbeben	entfällt				
LF 3.1, Kronenstau $Z_K$	x	SLW30	Kronenstau	-	-
LF 3.2, Bemessungserdbeben	entfällt				

Eine Betrachtung der Lastfälle 1.2, 2.2, 2.3, 2.4 und 3.2 wurden nicht untersucht, da solche Szenarien eher unwahrscheinlich bzw. nicht maßgebend sind. Sofern weitere (in vorliegendem Gutachten nicht berücksichtigte) Betrachtungen gewünscht werden, bitten wir um Nachricht sowie insbesondere um Definition der entsprechenden Randbedingungen.

Mit den Materialkennwerten für die Tragwiderstandsbedingung A (wahrscheinliche Bedingungen) ergeben sich gem. DIN 19700 die in Tabelle 11 zusammengestellten Bemessungssituationen und Gesamtsicherheitsbeiwerte. (Keine Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten!).

**Tabelle 11: Gesamtsicherheitsbeiwerte nach DIN 19700 (alte Norm)**

Lastfälle gem. DIN 19700-11	Einwirkungen	Tragwiderstandsbedingung	Bemessungssituation	Gesamtsicherheitsbeiwert gem. DIN 19700
LF 1.1	siehe Tabelle 10	A	BS I	1,30
LF 1.2				
LF 2.1	siehe Tabelle 10	A	BS II	1,20
LF 2.2				
LF 2.4				
LF 3.1	siehe Tabelle 10	A	BS III	1,00
LF 3.2				

## AZ 16 09 074, Standsicherheitsuntersuchung des Bestandsdammes in Völkkofen

Da nach dem aktuellen Regelwerk die Rechenwege der DIN 4084:2002 unter Einbeziehung der Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2005 zugrunde zu legen sind, erfolgen die Standsicherheitsbetrachtungen nach dem EC7 für GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit.

Die Vorgaben des Nachweiskonzeptes nach DIN 4084:2009 für den Grenzzustand GZ 1C unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2010 werden somit vollumfänglich eingehalten. Die zu berücksichtigenden Teilsicherheitsbeiwerte ergeben sich für die jeweiligen Bemessungssituationen wie in Tabelle 13 dargestellt.

**Tabelle 13: Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2010-12 für Nachweis GEO-3**

Bemessungssituation DIN 1054:2010-12	BS I	BS II	BS III
Nachweis GEO-3 Böschungs- und Grundbruch	BS-P	BS-T	BS-E
Reibungswinkel	1,25	1,15	1,00
Kohäsion	1,25	1,15	1,00
Wichten	1,00	1,00	1,00
Ständige Einwirkungen	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	1,30	1,20	1,00

### 5.3 Ermittlung der Sickerlinie

Auf die Ermittlung der Sickerlinie über eine zweidimensionale, vertikal ebene stationäre Berechnung auf Basis der Finite-Elemente-Methode (z.B. mit Hilfe der Software SS-Flow 2D der GGU) kann aufgrund eines temporären Vollstau verzichtet werden, da von einem Regenrückhaltebecken mit zeitlich begrenztem Einstau ausgegangen wird.

Auf der sicheren Seite liegend wird in den Berechnungen (trotz des nachweislich günstigeren Verlaufs) in allen Profilen eine zwischen den Schnittpunkten Beckenseite / Landseite linear verlaufende Sickerlinie berücksichtigt bzw. nachgebildet.

Ein Drainageprisma, wie es in Unterlage [2] gefordert war, wurde mit den zwei durchgeführten Baggerschürfen am 10.08.2017 auf der Landseite jedoch nicht erkundet. Die angelegten Baggerschürfe (Suchschlitze) sind fotografisch in der Anlage 3.1 wiedergegeben. Demnach wird das Drainageprisma aus Unterlage [2] in der weiteren Standsicherheitsuntersuchung vorerst nicht weiter berücksichtigt.

### 5.4 Standsicherheit kreisförmig begrenzter Bruchkörper (Berechnungsergebnisse)

Die Berechnungsgrundsysteme der betrachteten Lastfälle sowie die Ergebnisplots der gemäß Tabelle 10 durchgeführten Böschungsbruchberechnungen sind in den Anlagen 5.1-3 (Normalstau), den Anlagen 5.4-6 (Vollstau) und den Anlagen 5.7-9 (Kronenstau) abgelegt.

**AZ 16 09 074, Standsicherheitsuntersuchung des Bestandsdammes in Völlkofen**

Die Ergebnisse der Standsicherheitsbetrachtungen werden in der nachfolgenden Tabelle 14 zusammengefasst. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm STABILITY der GGU in der Version 12.00 vom 30.08.2016.

**Tabelle 14: vorhandene Ausnutzungsgrade im Nachweis GEO-3**

Profil	Anlage	Lastfall	vorh. Ausnutzungsgrade $\mu \leq 1,0$	
			Landseite	Beckenseite
Bereich BK2/17	5.1-3	LF 1.1, BS-P	0,90	0,94
	5.4-6	LF 2.1, BS-T	0,84	0,83
	5.7-9	LF 3.1, BS-E	0,90	0,62

Die Standsicherheitsberechnungen erfolgten nach dem Teilsicherheitskonzept (Berechnung nach DIN 4084:2009 bzw. EC7) für nachzuweisende Ausnutzungsgrade  $\mu \leq 1,0$ . Sofern entsprechende Betrachtungen mit Angabe von Gesamtsicherheitsbeiwerten nach der alten Normung der DIN 19700-11 (Berechnung nach DIN 4084:1981) gewünscht werden, bitten wir um Nachricht.

Die Böschungsbruchsicherheit der Land- und Beckenseitigen Dammböschungen ist mit den gesicherten bzw. allgemein anerkannten Bodenkennwerten (Tragwiderstandsbedingung A = wahrscheinliche Bedingungen) in allen betrachteten Lastfällen auch ohne Drainageprisma als ausreichend zu bewerten.

Wie die Gesamtstandsicherheitsberechnungen aufgezeigt haben, kann für den Bestandsdamm unter Berücksichtigung der aufgeführten Eingangsparameter eine ausreichende Standsicherheit in Anlehnung an die DIN 19700 nachgewiesen werden

## 6 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Die in der Rammsondierung dargestellte Schichtgrenze ist als Interpretation zu sehen.

**Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Bestandsdamms sind mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Stand gegenüber bestätigen zu können.**

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Alois Jäger  
Geschäftsführer



Dominik Lang  
B.Eng.

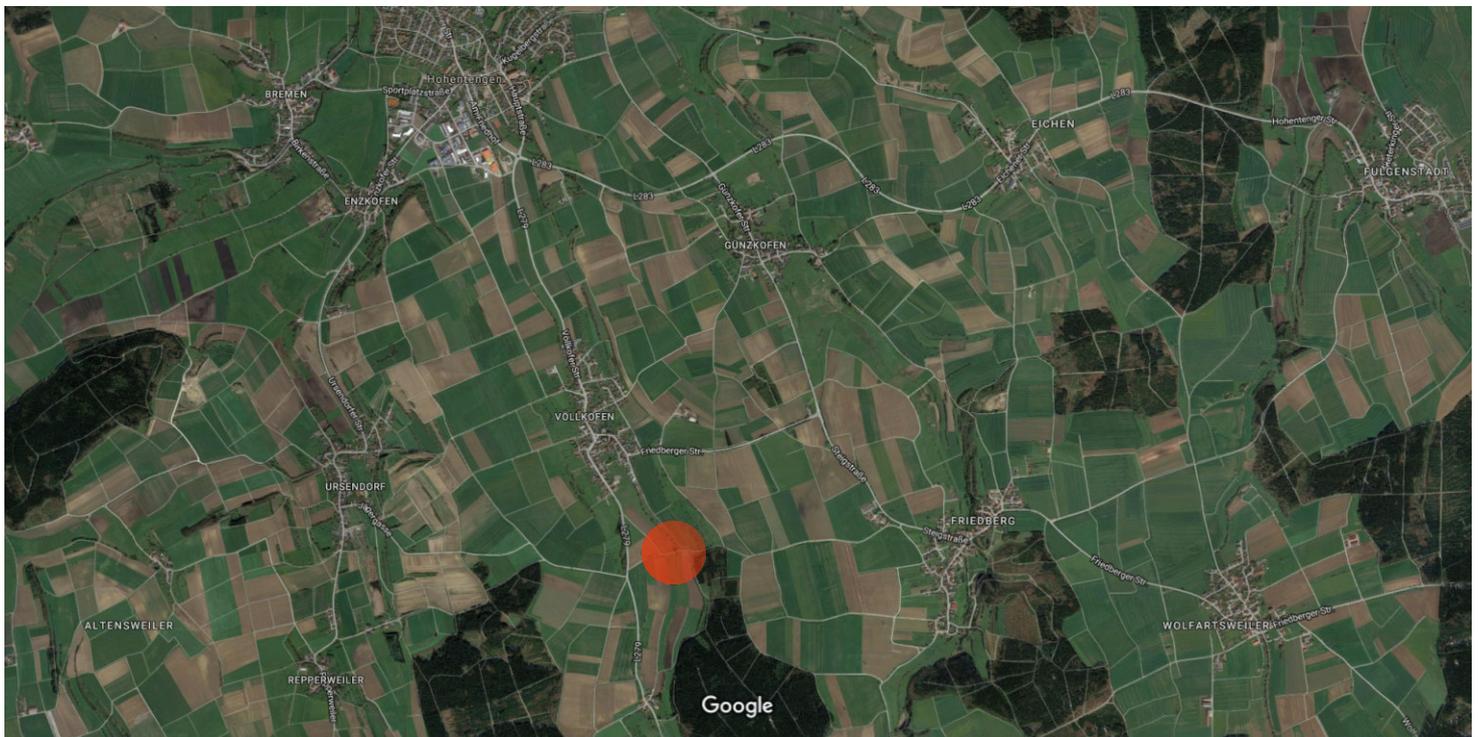
# baugrund süd

Gesellschaft  
für Bohr- und Geotechnik mbH

Hochwasserschutz Völkkofen  
in 88367 Hohentengen

AZ: 16 09 074

Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
Maßstab: unmaßstäblich



Bilder © 2017 Google, Kartendaten © 2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google Deutschland 500 m

 Untersuchungsgebiet

# baugrund süd

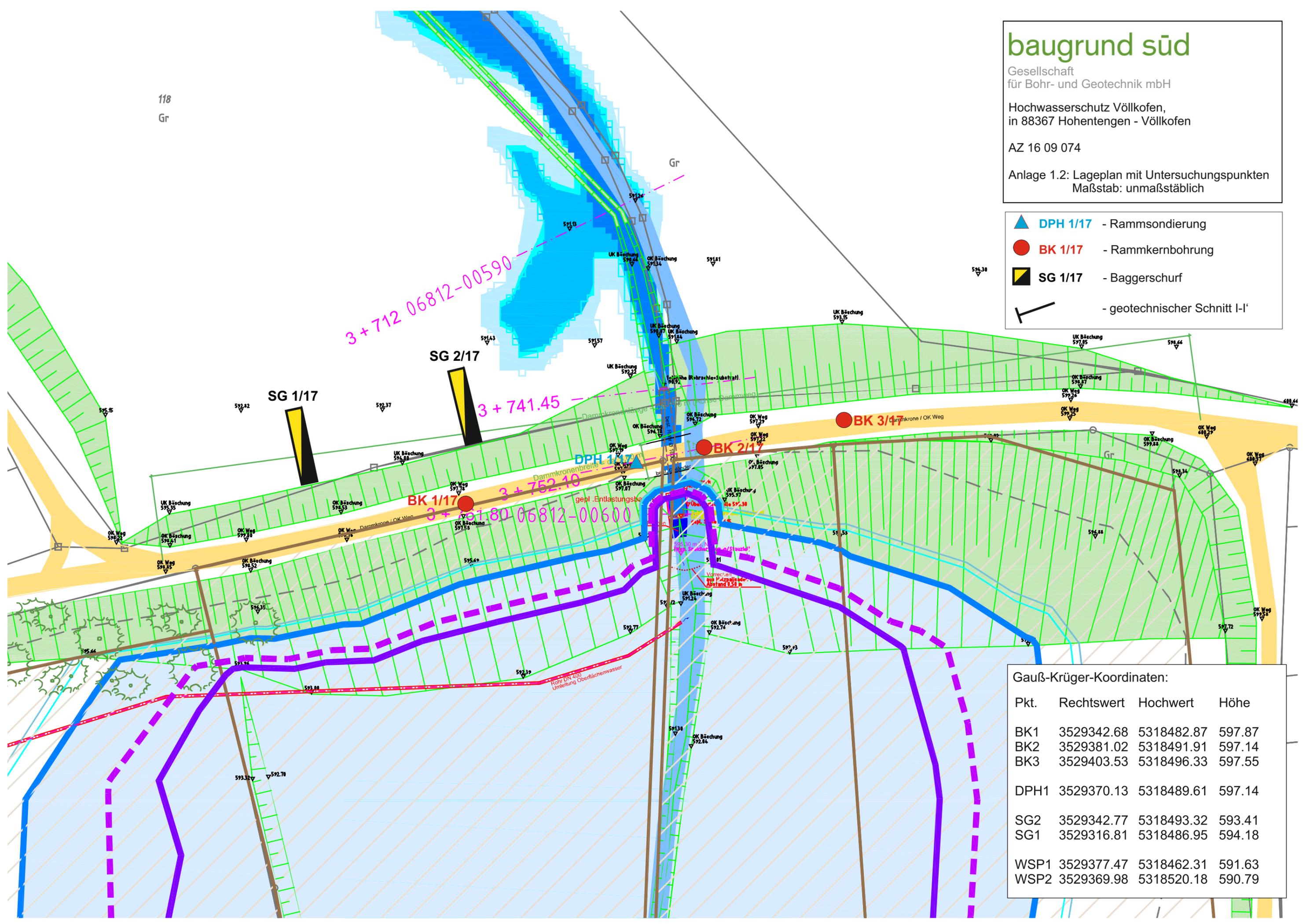
Gesellschaft  
für Bohr- und Geotechnik mbH

Hochwasserschutz Völlkofen,  
in 88367 Hohentengen - Völlkofen

AZ 16 09 074

Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten  
Maßstab: unmaßstäblich

- ▲ **DPH 1/17** - Rammsondierung
- **BK 1/17** - Rammkernbohrung
- SG 1/17** - Baggerschurf
- geotechnischer Schnitt I-I'

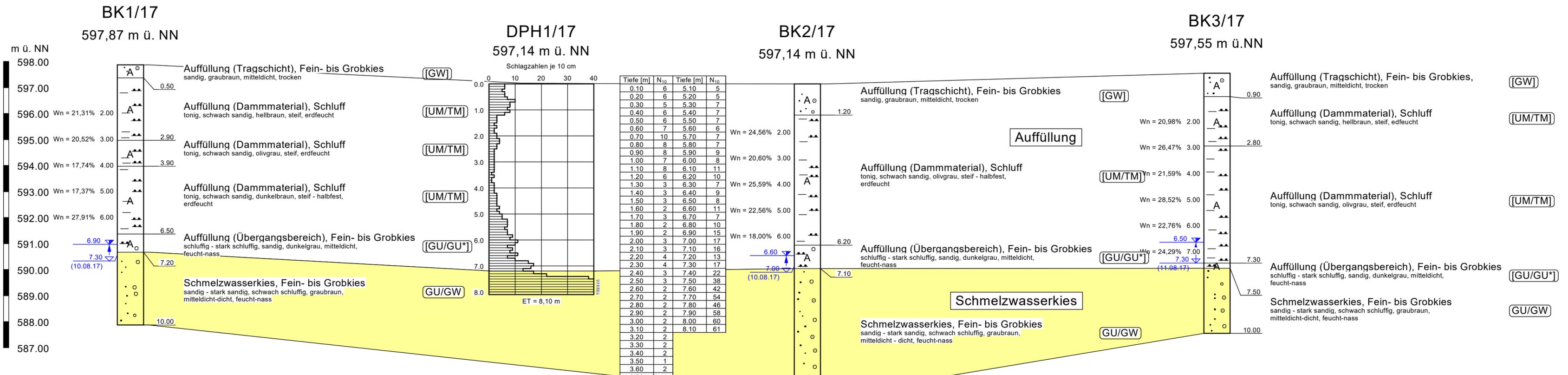


Gauß-Krüger-Koordinaten:

Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe
BK1	3529342.68	5318482.87	597.87
BK2	3529381.02	5318491.91	597.14
BK3	3529403.53	5318496.33	597.55
DPH1	3529370.13	5318489.61	597.14
SG2	3529342.77	5318493.32	593.41
SG1	3529316.81	5318486.95	594.18
WSP1	3529377.47	5318462.31	591.63
WSP2	3529369.98	5318520.18	590.79

## Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



**Legende**

Auffüllung

Schmelzwasserkies

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.  
 Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.  
 Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

## SG 1/17:



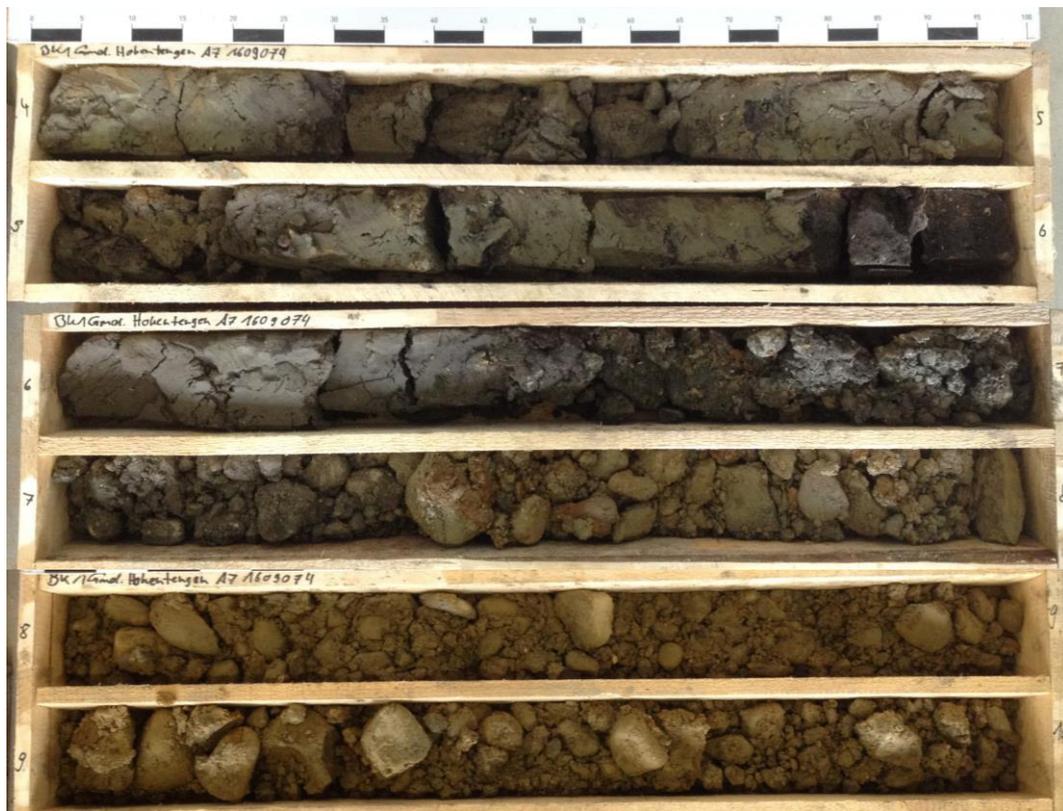
## SG 2/17:



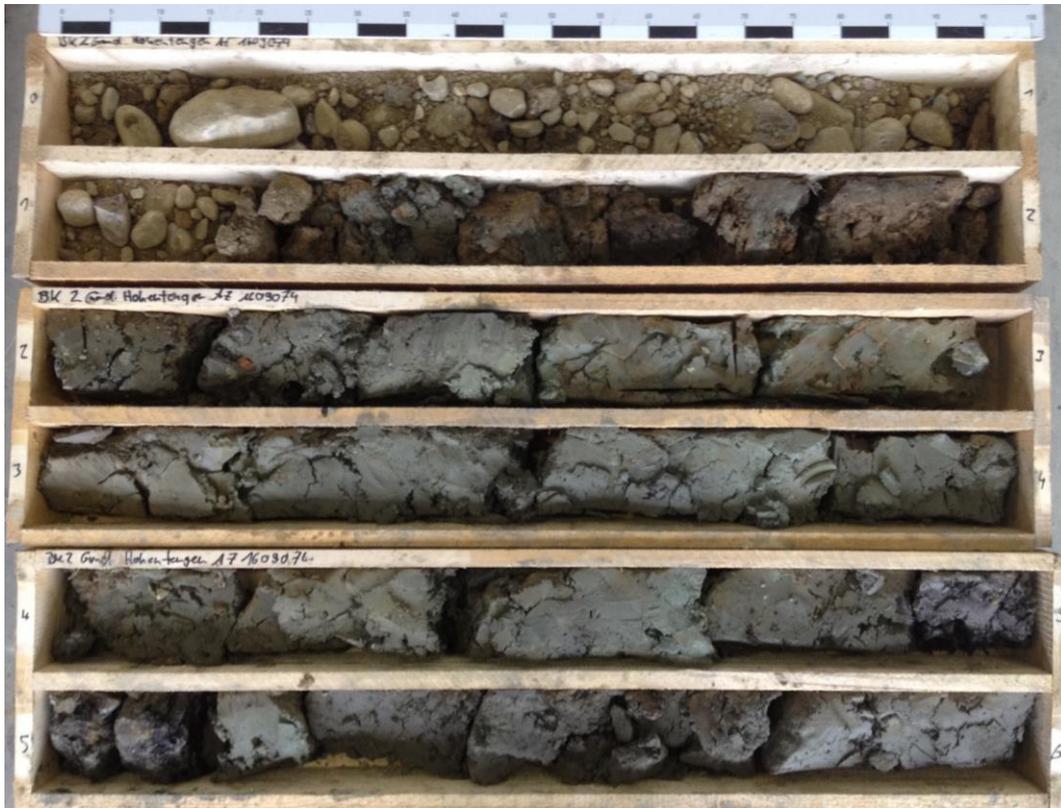
## BK 1/17: 0 bis 4,0 m u. GOK



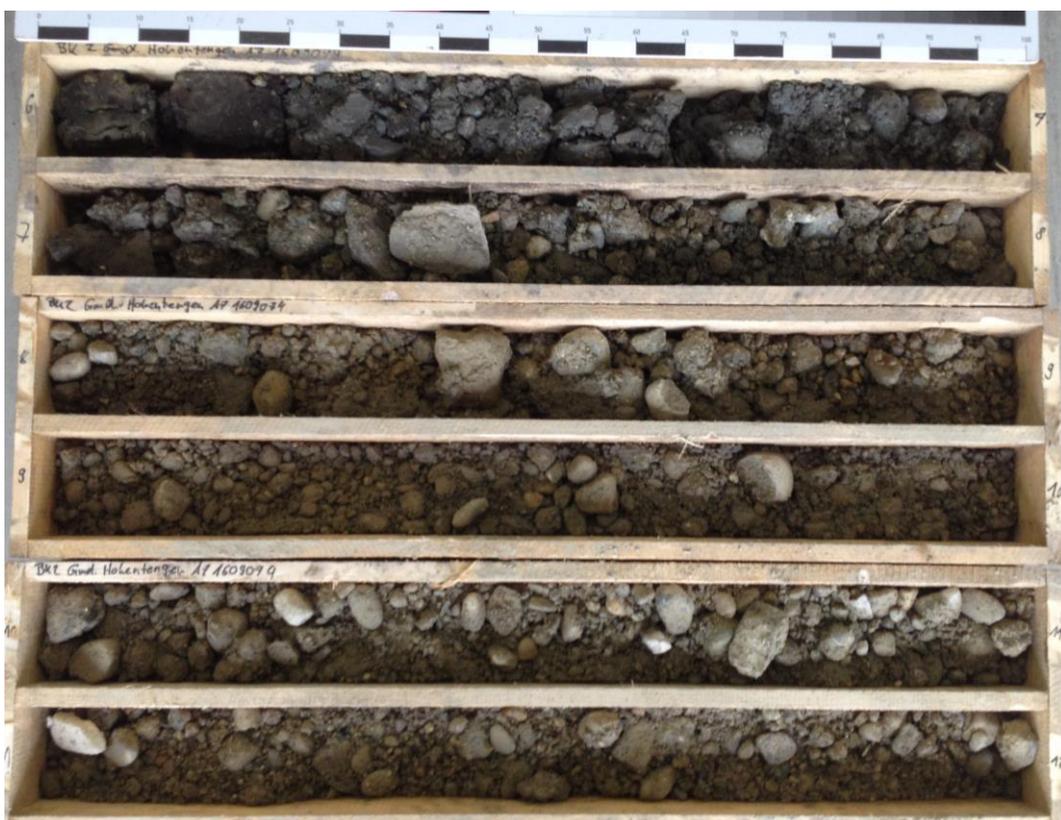
## BK 1/17: 4,0 bis 10,0 m u. GOK



## BK 2/17: 0 bis 6,0 m u. GOK



## BK 2/17: 6,0 bis 12,0 m u. GOK



# baugrund süd

Gesellschaft  
für Bohr- und Geotechnik mbH

AZ 16 09 074, Hochwasserschutz Völlkofen, in 88367 Hohentengen, **Anlage 3.2**

## BK 3/17: 0 bis 4,0 m u. GOK



## BK 3/17: 4,0 bis 10,0 m u. GOK



Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Hochwasserschutz Völkofen in 88367 Hohentengen

AZ 16 09 074

Bohrung Nr.	BK 1/17				
Prüfungsnummer	1	2	3	4	5
Entnahmetiefe [m]	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Behälter Gewicht [g]	112,76	112,74	113,11	112,73	112,77
Probe feucht + Behälter [g]	382,73	444,52	415,63	480,81	341,75
Probe trocken + Behälter [g]	335,31	388,04	370,04	426,33	291,78
Wassergehalt w [%]	21,31	20,52	17,74	17,37	27,91

Bohrung Nr.	BK 2/17			BK 3/17	
Prüfungsnummer	6	7	8	9	10
Entnahmetiefe [m]	2,0	4,0	5,0	2,0	3,0
Behälter Gewicht [g]	112,91	113,04	112,88	113,15	113,12
Probe feucht + Behälter [g]	435,65	437,92	472,89	378,56	431,71
Probe trocken + Behälter [g]	372,01	371,72	406,62	332,53	365,03
Wassergehalt w [%]	24,56	25,59	22,56	20,98	26,47

Bohrung Nr.	BK 3/17			
Prüfungsnummer	11	12	13	14
Entnahmetiefe [m]	4,0	5,0	6,0	7,0
Behälter Gewicht [g]	113,08	112,75	112,65	113,13
Probe feucht + Behälter [g]	403,95	418,61	507,62	472,53
Probe trocken + Behälter [g]	352,3	350,74	434,38	402,3
Wassergehalt w [%]	21,59	28,52	22,76	24,29

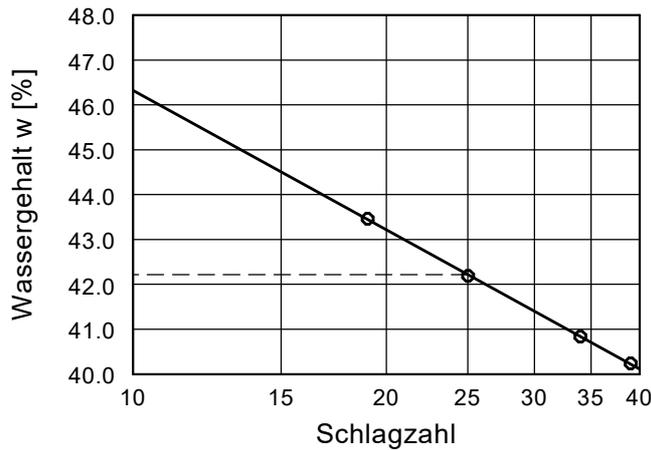
## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

### Hochwasserschutz Völkkofen in 88367 Hohentengen

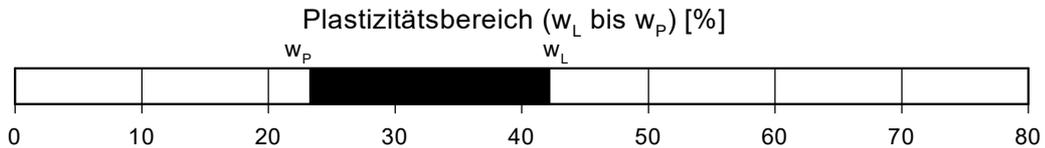
Bearbeiter: DFa/DVi

Datum: 08.09.2017

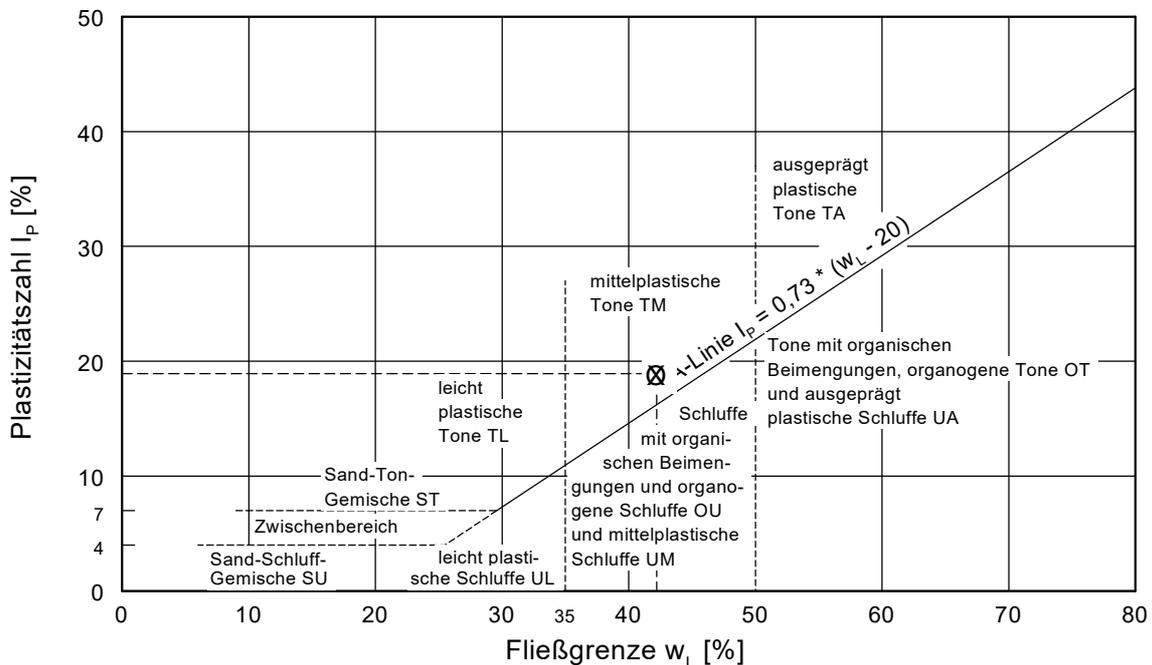
Prüfungsnummer: 1  
 Entnahmestelle: BK 2/17  
 Tiefe: 3,0 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: TM  
 Probe entnommen am:



Wassergehalt $w$ =	20.6 %
Fließgrenze $w_L$ =	42.2 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	23.3 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	18.9 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	1.01
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	12.1 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	23.1 %



Plastizitätsdiagramm



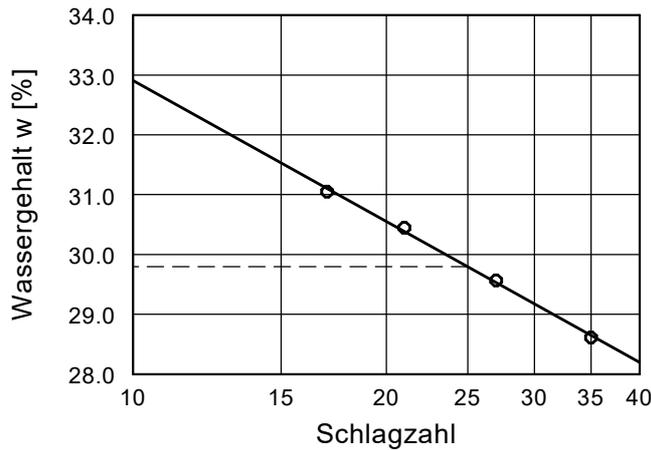
## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

### Hochwasserschutz Völlkofen in 88367 Hohentengen

Bearbeiter: DFa/DVi

Datum: 08.09.2017

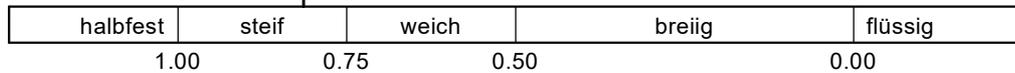
Prüfungsnummer: 2  
 Entnahmestelle: BK 2/17  
 Tiefe: 6,0 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: TM  
 Probe entnommen am:



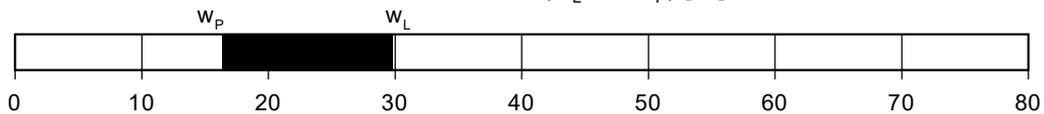
Wassergehalt  $w = 18.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 29.8 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.4 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 13.4 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.81$   
 Anteil Überkorn  $\ddot{u} = 5.0 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\ddot{u}} = 2.0 \%$   
 Korr. Wassergehalt =  $18.9 \%$

$I_C = 0.81$

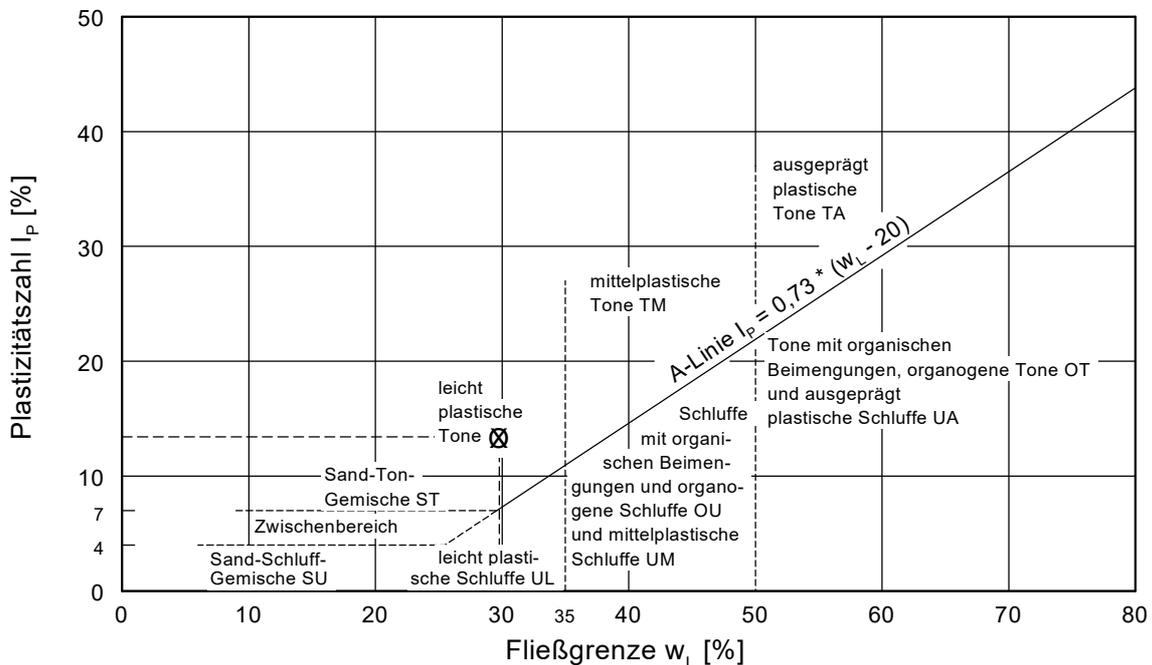
Zustandsform



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



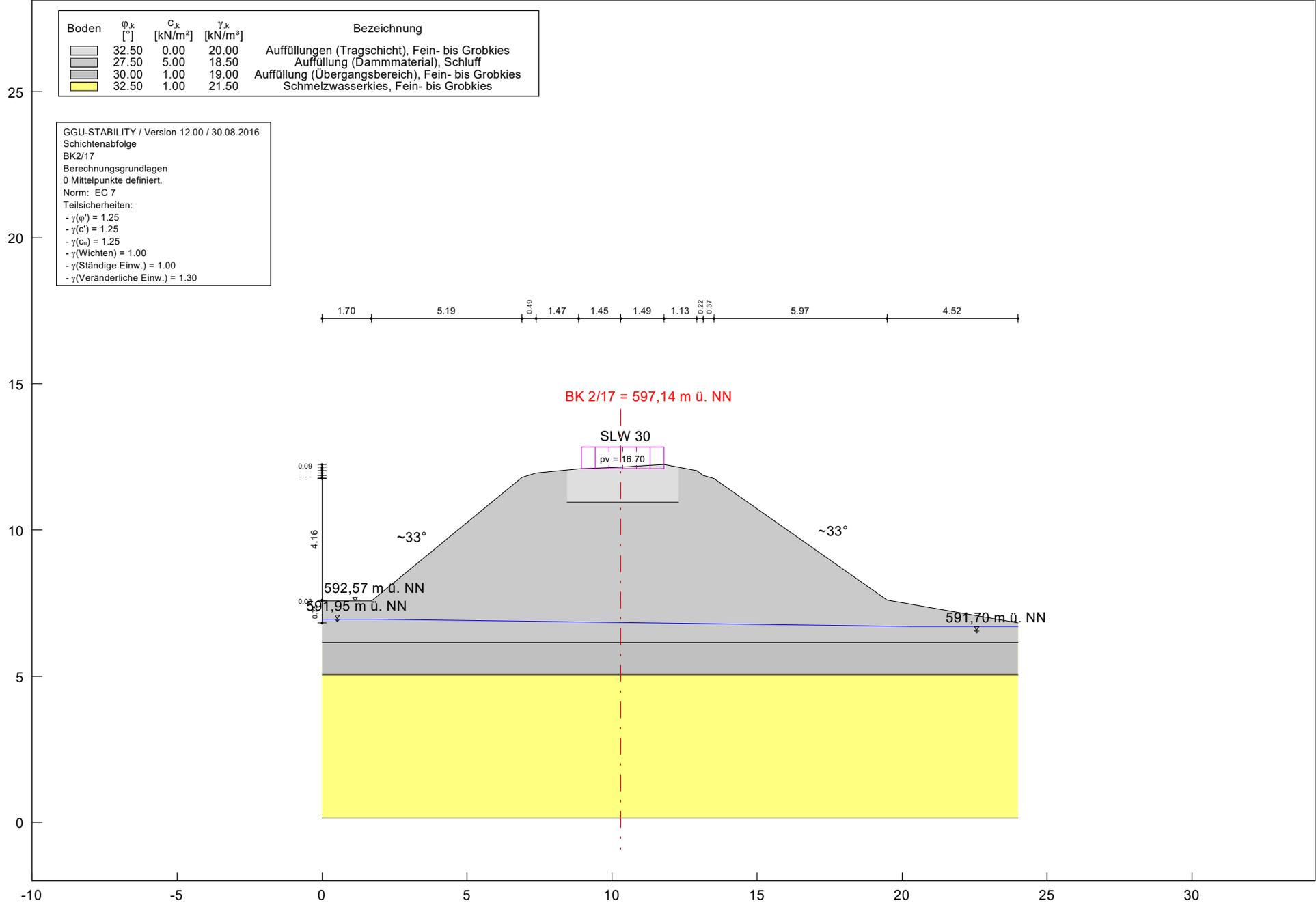
# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsquerschnitt, Lastfall 1.1, BS-P: Normalstau

**baugrund süd**  
 Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völkkofen  
 Standsicherheitsuntersuchung  
 in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.1



# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 1.1, BS-P: Normalstau, Landseite

**baugrund süd**  
 Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

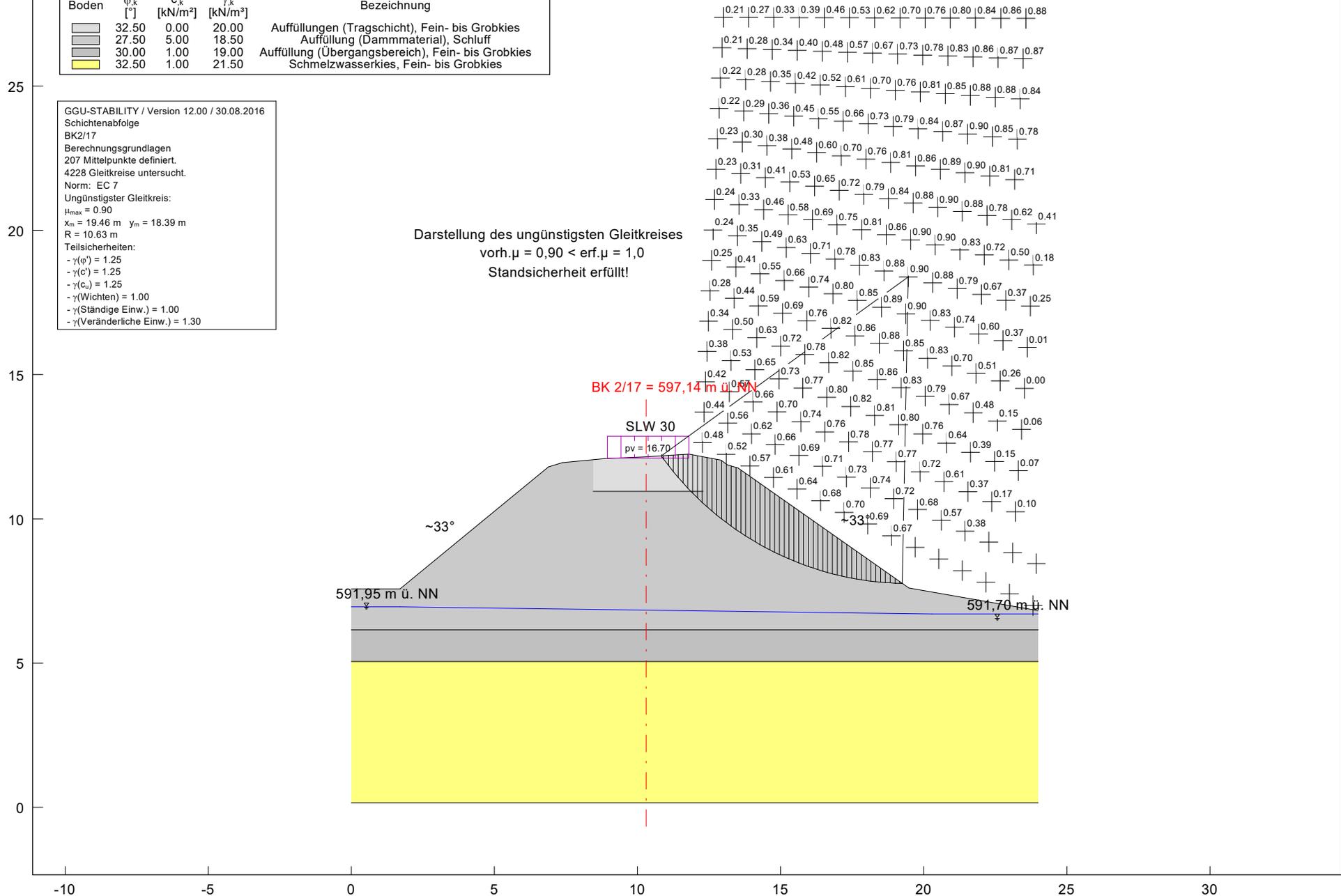
Hochwasserschutz Völlkofen  
 Standsicherheitsuntersuchung  
 in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.2

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	32.50	0.00	20.00	Auffüllungen (Tragschicht), Fein- bis Grobkies
	27.50	5.00	18.50	Auffüllung (Dammmaterial), Schluff
	30.00	1.00	19.00	Auffüllung (Übergangsbereich), Fein- bis Grobkies
	32.50	1.00	21.50	Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies

GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016  
 Schichtenabfolge  
 BK2/17  
 Berechnungsgrundlagen  
 207 Mittelpunkte definiert.  
 4228 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.90$   
 $x_m = 19.46 \text{ m}$   $y_m = 18.39 \text{ m}$   
 $R = 10.63 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Darstellung des ungünstigsten Gleitkreises  
 vorh.  $\mu = 0,90 < \text{erf. } \mu = 1,0$   
 Standsicherheit erfüllt!



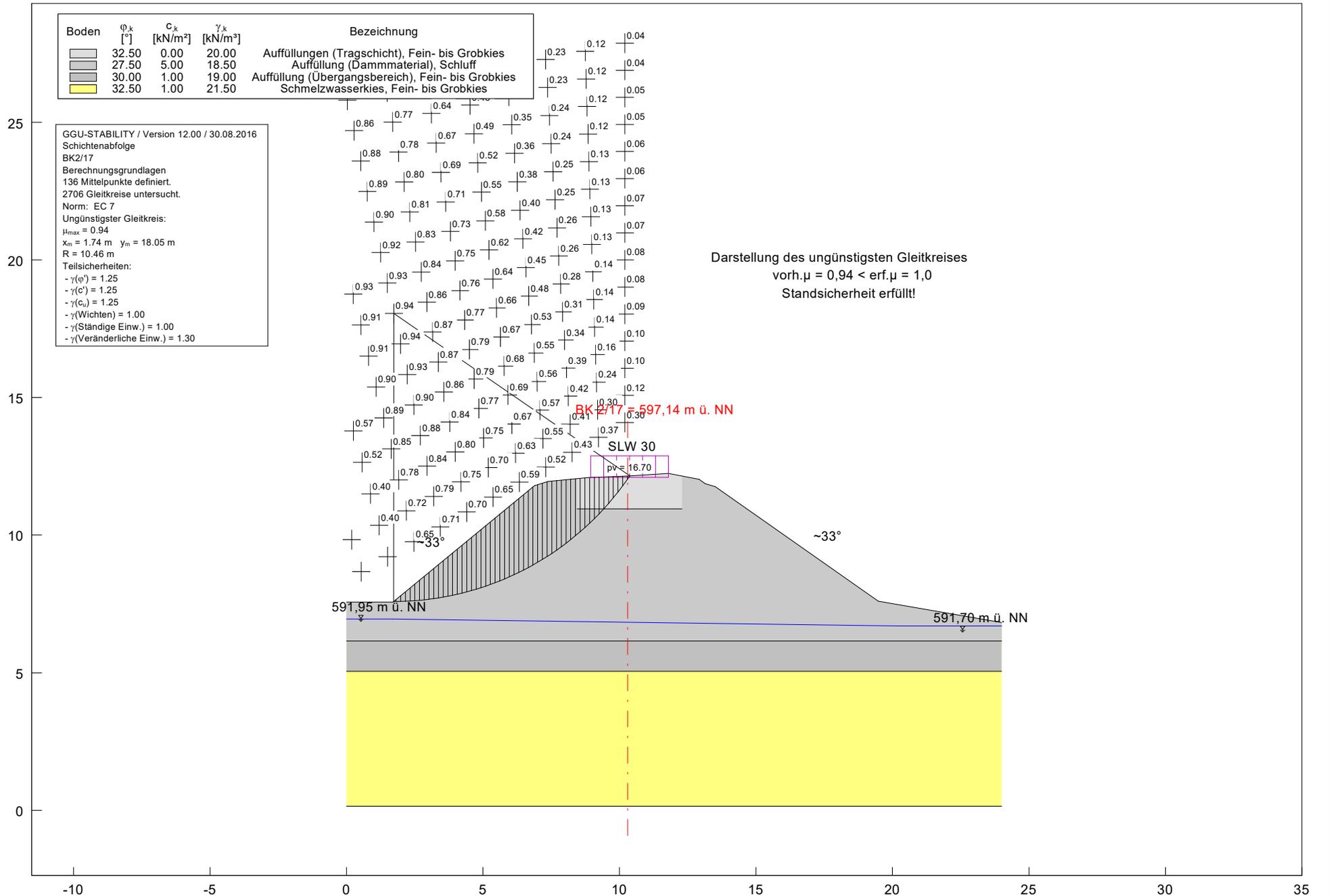
# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 1.1, BS-P: Normalstau, Beckenseite

baugrund süd  
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
Maybachstraße 5  
88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völlkofen  
Standortsicherheitsuntersuchung  
in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.3



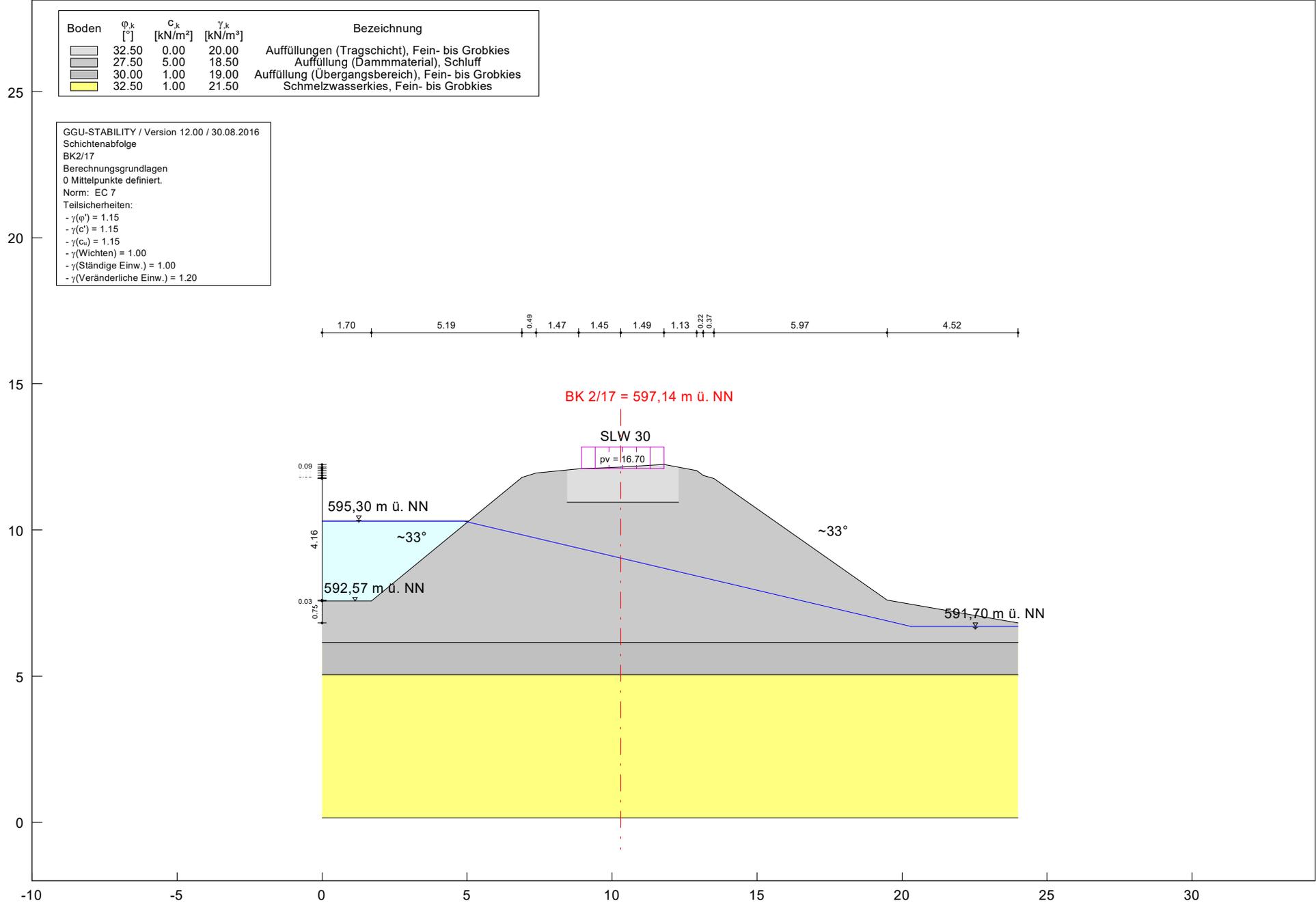
# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsquerschnitt, Lastfall 2.1, BS-T: Vollstau

baugrund süd  
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
Maybachstraße 5  
88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völlkofen  
Standardsicherheitsuntersuchung  
in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.4



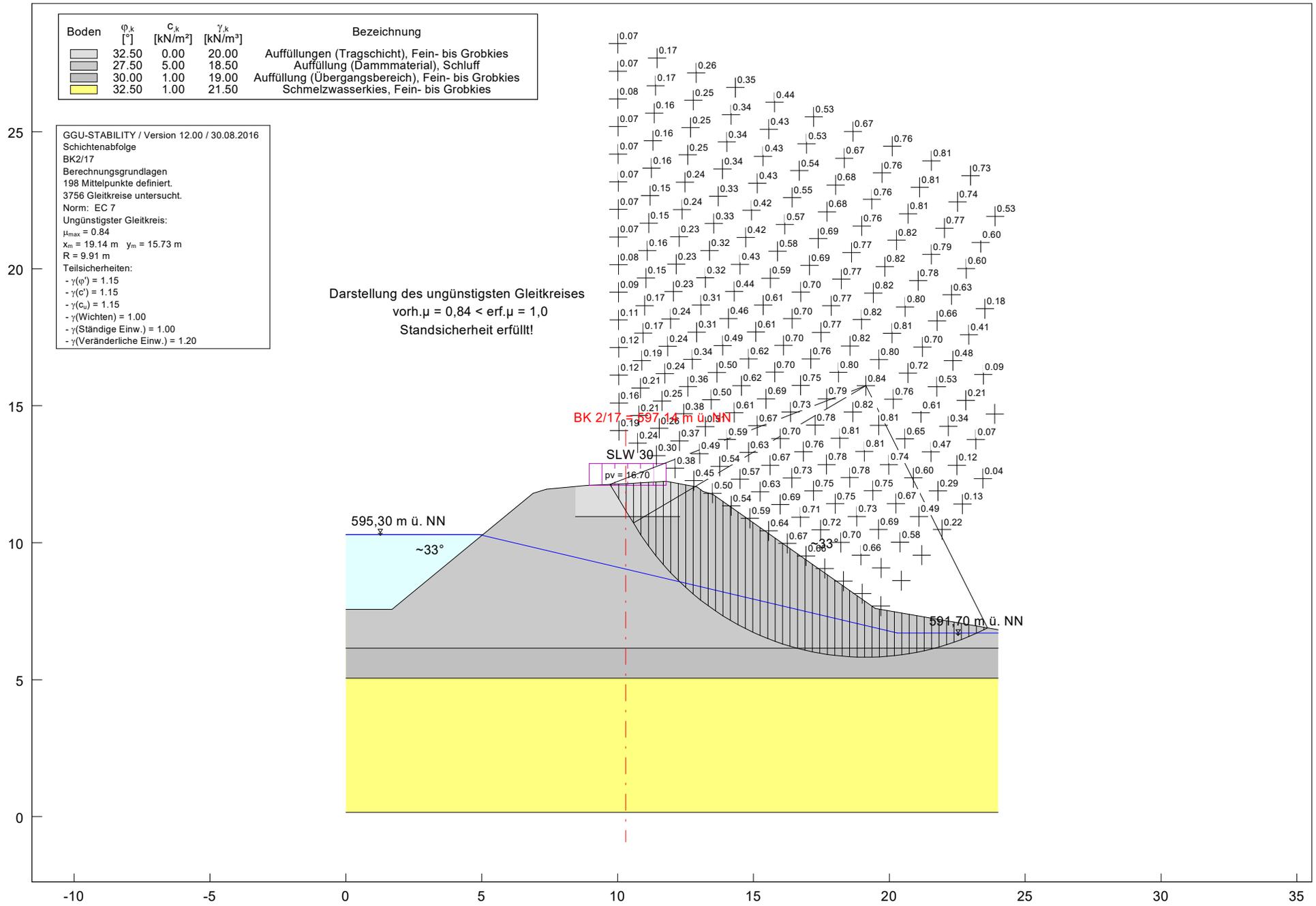
# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 2.1, BS-T: Vollstau, Landseite

Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	32.50	0.00	20.00	Auffüllungen (Tragschicht), Fein- bis Grobkies
	27.50	5.00	18.50	Auffüllung (Dammmaterial), Schluff
	30.00	1.00	19.00	Auffüllung (Übergangsbereich), Fein- bis Grobkies
	32.50	1.00	21.50	Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies

GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016  
 Schichtenabfolge  
 BK2/17  
 Berechnungsgrundlagen  
 198 Mittelpunkte definiert.  
 3756 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.84$   
 $x_m = 19.14 \text{ m}$   $y_m = 15.73 \text{ m}$   
 $R = 9.91 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.15$   
 -  $\gamma(c) = 1.15$   
 -  $\gamma(e_u) = 1.15$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Darstellung des ungünstigsten Gleitkreises  
 vorh.  $\mu = 0,84 < \text{erf. } \mu = 1,0$   
 Standsicherheit erfüllt!



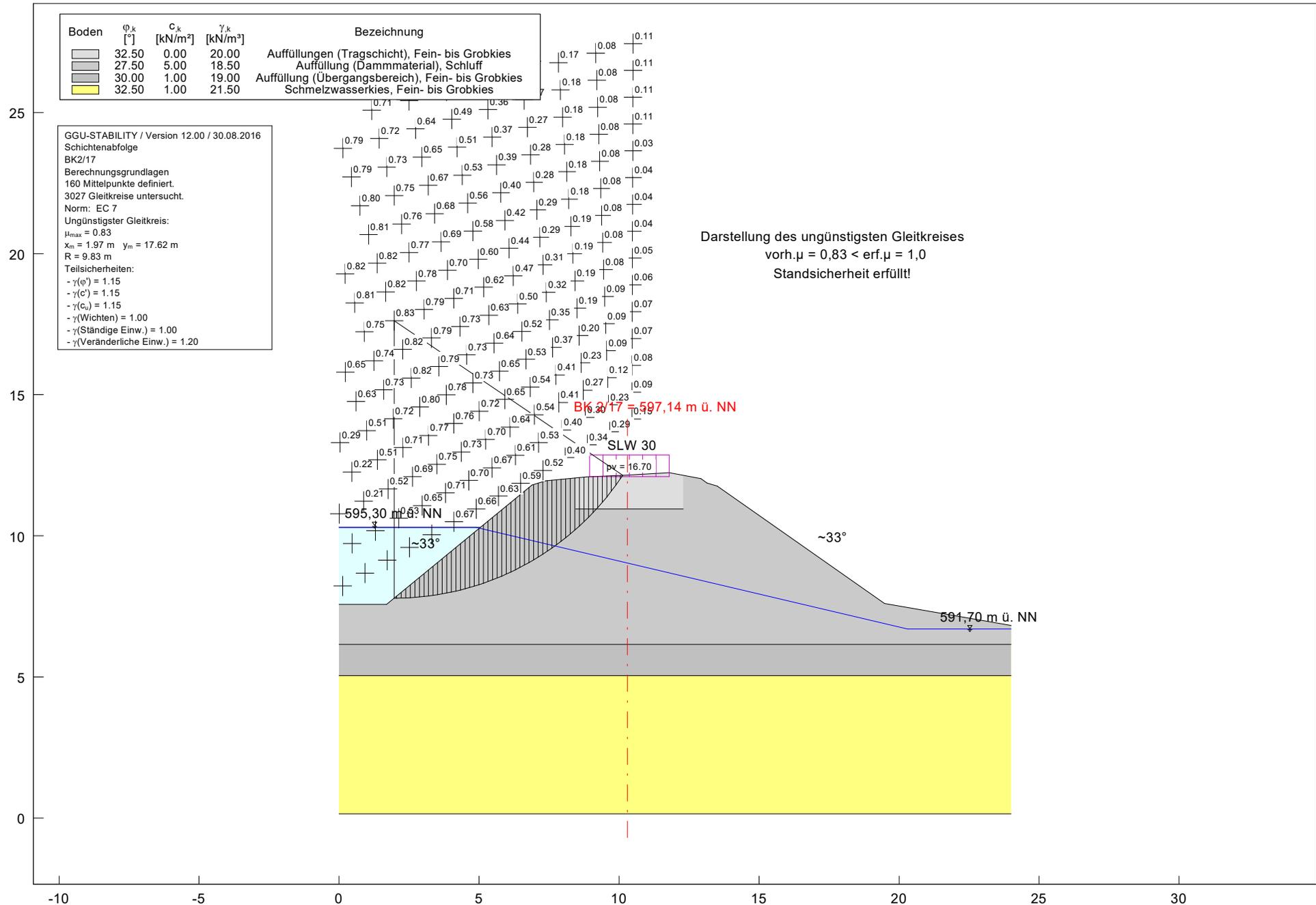
# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 2.1, BS-T: Vollstau, Beckenseite

baugrund süd  
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
Maybachstraße 5  
88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völlkofen  
Standsticherheitsuntersuchung  
in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.6



# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsquerschnitt, Lastfall 3.1, BS-E: Kronenstau

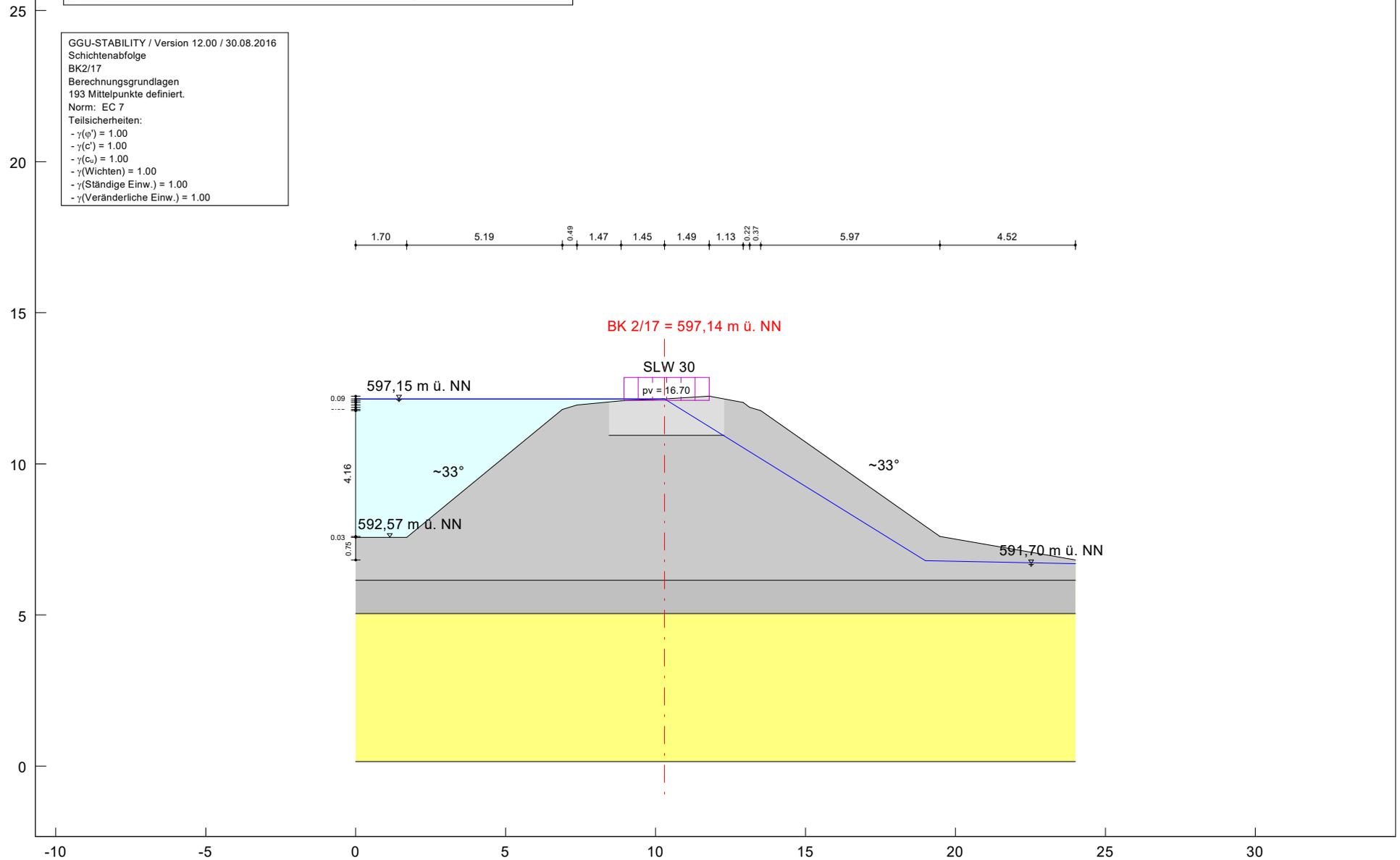
baugrund süd  
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
Maybachstraße 5  
88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völlkofen  
Standsticherheitsuntersuchung  
in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.7

Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	32.50	0.00	20.00	Auffüllungen (Tragschicht), Fein- bis Grobkies
	27.50	5.00	18.50	Auffüllung (Dammmaterial), Schluff
	30.00	1.00	19.00	Auffüllung (Übergangsbereich), Fein- bis Grobkies
	32.50	1.00	21.50	Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies

GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016  
Schichtenabfolge  
BK2/17  
Berechnungsgrundlagen  
193 Mittelpunkte definiert.  
Norm: EC 7  
Teilsicherheiten:  
-  $\gamma(\phi) = 1.00$   
-  $\gamma(c) = 1.00$   
-  $\gamma(c_u) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
-  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$



# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 3.1, BS-E: Kronenstau, Landseite

**baugrund süd**  
 Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

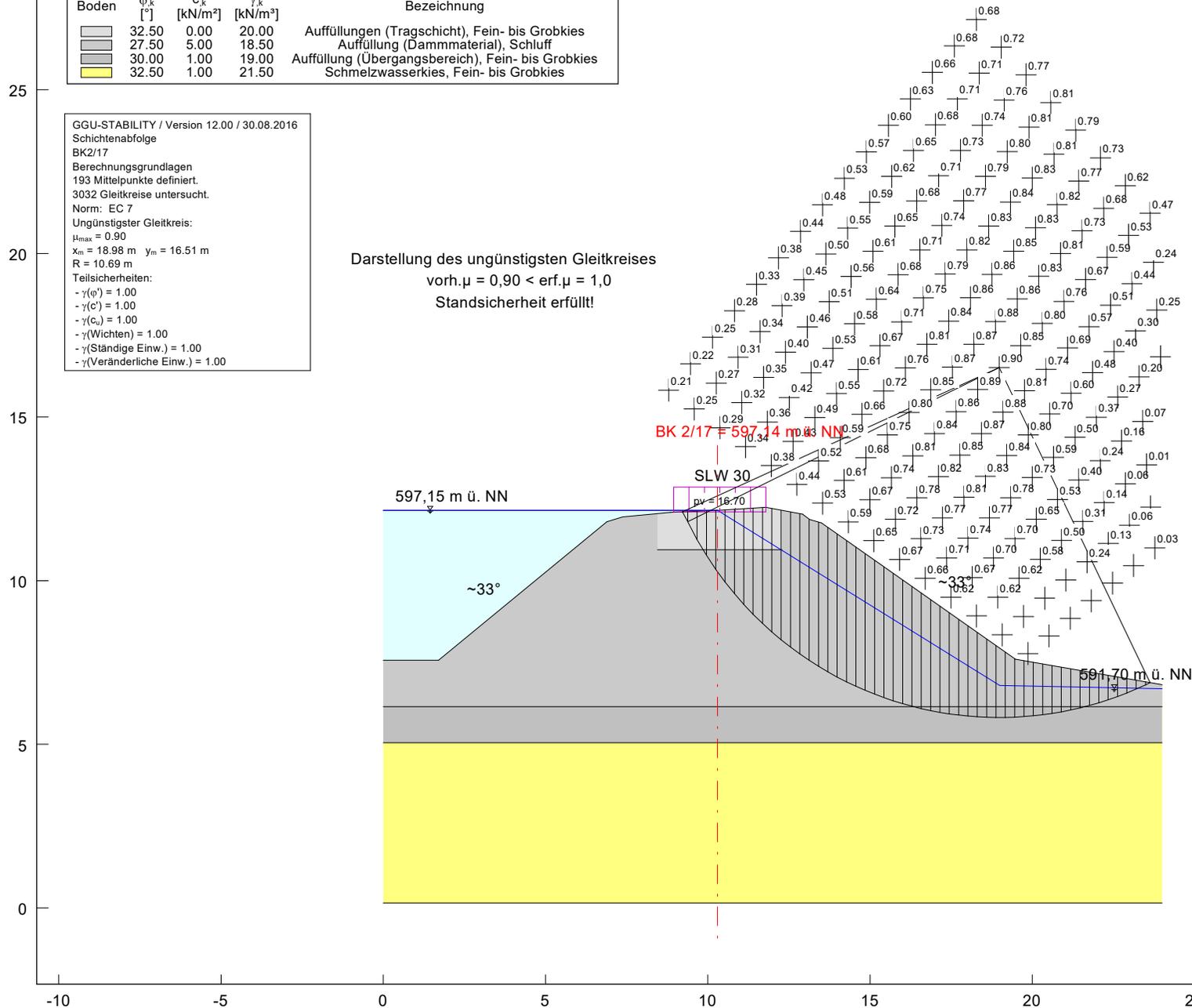
Hochwasserschutz Völlkofen  
 Standsicherheitsuntersuchung  
 in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.8

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	32.50	0.00	20.00	Auffüllungen (Tragschicht), Fein- bis Grobkies
	27.50	5.00	18.50	Auffüllung (Dammmaterial), Schluff
	30.00	1.00	19.00	Auffüllung (Übergangsbereich), Fein- bis Grobkies
	32.50	1.00	21.50	Schmelzwasserkies, Fein- bis Grobkies

GGU-STABILITY / Version 12.00 / 30.08.2016  
 Schichtenabfolge  
 BK2/17  
 Berechnungsgrundlagen  
 193 Mittelpunkte definiert.  
 3032 Gleitkreise untersucht.  
 Norm: EC 7  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.90$   
 $x_m = 18.98 \text{ m}$   $y_m = 16.51 \text{ m}$   
 $R = 10.69 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.00$   
 -  $\gamma(c) = 1.00$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Darstellung des ungünstigsten Gleitkreises  
 vorh.  $\mu = 0,90 < \text{erf. } \mu = 1,0$   
 Standsicherheit erfüllt!



# Nachweis der Gesamtstandsicherheit im Grenzzustand GEO-3

## Berechnungsergebnis, Lastfall 3.1, BS-E: Kronenstau, Beckenseite

**baugrund süd**  
 Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Hochwasserschutz Völlkofen  
 Standsicherheitsuntersuchung  
 in 88367 Hohentengen

AZ	16 09 074
Anlage	5.9

