

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH
Zum Brunnetobel 6 88299 Leutkirch

Stadtwerk am See GmbH & Co. KG
Herrn Christoph Seeger
Kurt-Wilde-Straße 10
88662 Überlingen

per E-Mail: christoph.seeger@stadtwerk-am-see.de

Baugrund
Geologie
Hydrogeologie
Altlasten
Gründungsplanung
Grundbaustatik
Simulationsrechnungen
Baugrund-Dynamik
Pfahlintegritätskontrolle
Erschütterungsmessungen
Grundwassermodellierungen
Bodenmechanisches Labor
Bohrtechnik
Brunnenbau

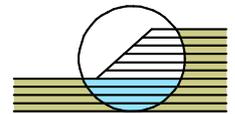
Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Luis Ulrich	07561 - 9863 - 23	2001011geo	265431	05.08.2021

Andelshofer Weiher Überlingen

Dammstandsicherheit

Geotechnischer Bericht

Inhalt	1	Vorgang
	2	Geomorphologie
	3	Vorhandene Informationen
	4	Dammaufbau und Schichtbeschreibung
	5	Bodenkennwerte, Standortdaten, Homogenbereiche
	6	Sickerwasserlinie
	7	Standicherheit
	8	Dränagemaßnahmen
	9	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen



Anlagen	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Lageplan Baugrundaufschlüsse
	2.1-11	Dammprofile, Ausbauzeichnungen GWM, Schürffprofile
	3.1-26	Bodenmechanische Labor- und Feldversuche Wassergehalt, Kornverteilung, Konsistenz, Wichte, Rahmenscherversuch, Sickersversuch
	4.1-12	Fotodokumentation Bohrkern und Schürffgruben
	5.1	Scherfestigkeit Dammschüttung und Hanglehm
	6	Nachrechnung gemessener Sickerlinien
	6.1	Dammprofil 1 Stauziel z_s
	6.2	Dammprofil 1 Einstau bei $z = 505,6$ m ü NN
	6.3	Dammprofil 2 Stauziel z_s
	6.4	Dammprofil 2 Einstau bei $z = 505,6$ m ü NN
	7	Stand sicherheitsberechnungen Dammprofil 1 ohne Maßnahmen
	7.1	Vollstau z_v
	7.2	HQ1000 (BHQ1) z_{h1}
	7.3	HQ10000 (BHQ2) z_{h2}
	7.4	Absenkung von z_s auf 501,5 m ü NN
	7.5	Absenkung von z_v auf 501,5 m ü NN
	7.6	Erdbeben bei z_s
	8	Stand sicherheitsberechnungen Dammprofil 2 ohne Maßnahmen
	8.1	Vollstau z_v
	8.2	HQ1000 (BHQ1) z_{h1}
	8.3	HQ10000 (BHQ2) z_{h2}
	8.4	Absenkung von z_s auf 501,5 m ü NN
	8.5	Absenkung von z_v auf 501,5 m ü NN
	9	Stand sicherheitsberechnungen Dammprofil 1 mit Fußdrän
	9.1	Dammprofil 1 mit Fußdrän
	9.2	Vollstau z_v
	9.3	HQ1000 (BHQ1) z_{h1}
	9.4	HQ10000 (BHQ2) z_{h2}
	10	Stand sicherheitsberechnungen Dammprofil 1 mit Auflastdrän
	10.1	Dammprofil 1 mit Auflastdrän
	10.2	Vollstau z_v
	10.3	HQ1000 (BHQ1) z_{h1}
	10.4	HQ10000 (BHQ2) z_{h2}
	11	Stand sicherheitsberechnungen Dammprofil 2 mit Auflastdrän
	11.1	Dammprofil 2 mit Auflastdrän
	11.2	Vollstau z_v
	11.3	HQ1000 (BHQ1) z_{h1}
	11.4	HQ10000 (BHQ2) z_{h2}



Unterlagen

- [1] Stadtwerk am See: Lageplan Andelshofer Weiher, 02.03.20
- [2] Tiefbautechnisches Büro C. Schröder, Konstanz, Wasserkraftwerk Owingen-Überlingen, Querprofile des Dammes des Andelshofer Stausees, April/Mai 1941
- [3] IGG Ingenieur-Geologen-Gruppe, Uhldingen-Mühlhofen: Ingenieurgeologisches Gutachten mit Lageplan Andelshofer Stausee Überlingen, 13.09.1996
- [4] Kempfert + Partner Geotechnik, Konstanz: Andelshofer Weiher Vorschüttung der luftseitigen Staudammböschung zur Verbesserung der Standsicherheit und Unterhaltung des Damms, 08.07.2008
- [5] Pegelstände seit 2017
- [6] Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch: Geotechnischer Bericht Andelshofer Weiher Überlingen, Dammstandsicherheit, 19.02.21

1 Vorgang

Auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Untersuchung in [6] konnte das geforderte Sicherheitsniveau nach DIN 19700 für die Stauziele nicht nachgewiesen werden. Entsprechend den Folgerungen in [6] wurde eine vertiefte Untersuchung zur genaueren Eingrenzung der Bodenkennwerte, Kontrolle der Sickerwasserlinie und Feststellung des Dammaufbaus am luftseitigen Dammfuß ausgeführt.

Das Stadtwerk am See beauftragte mit Schreiben vom 11.05.21 die Dr. Ulrich Geotechnik GmbH mit der vertieften geotechnischen Untersuchung gemäß Angebot vom 12.03.21.

Im Zeitraum zwischen dem 31.05.21 und 09.06.21 sowie am 16.06.21 wurden die im Lageplan in der Anlage 1.2 gekennzeichneten und unten zusammengefassten Aufschlüsse ausgeführt und nach GK-Koordinaten eingemessen. Die Aufschlüsse aus der ersten Untersuchungskampagne sind ebenfalls dargestellt. Die Jahreszahl am Ende der Nummerierung kennzeichnet die jeweilige Untersuchungskampagne.

Tabelle 1: Aufschlüsse

Aufschlüsse 2021		
Bezeichnung	Beschreibung	Norm
BK1-4/21	Vibrationsbohrung mit Ausbau zum Grundwasserpegel	DIN EN ISO 22475-1
CPT1-2/21	Drucksondierung	DIN EN ISO 22476-1
RP1/21	Rammpegel	-
SG1-2/21	Schürfgruben	-
Aufschlüsse 2020		
BK1-5/20	Vibrationsbohrung	DIN EN ISO 22475-1
DPH1-4/20	schwere Rammsondierung	DIN EN ISO 22475-2
DPM5/20	mittelschwere Rammsondierung	DIN EN ISO 22475-2



Die Bohrungen BK1-4/21 wurden zu permanenten Grundwasserpegel zur Kontrolle der Sickerlinie im Damm bzw. Dammfuß ausgebaut. Der Rammpegel RP1/21 liegt in unwegsamem Gelände und dient ebenfalls als Kontrollorgan. Die Vermessung der Dammprofile erfolgte durch das Ingenieurbüro Reckmann GmbH, Owingen.

Der vorliegende Bericht fasst beide Untersuchungen (2020 und 2021) zusammen.

2 Geomorphologie

Der Andelshofer Weiher, auch Neuweiher genannt, befindet sich in der Moränenlandschaft nördlich von Überlingen. Der Rückhaltedamm verläuft entlang der Süd- und Ostseite des Weihers. Die Trasse der B31n liegt südlich des Weihers. Das Gelände fällt in Richtung Überlingen ab und geht in einen Tobel über, dort verläuft auch der Tobelbach.

Der tiefere Untergrund wird von den Sanden und Mergeln der Oberen Meeresmolasse (OMM), die im Tertiär in der Vorsenke der sich zum Hochgebirge entwickelnden Alpen abgelagert wurden, aufgebaut.

Das Eis der letzten Eiszeit (Würm) lagerte auf der tertiären Oberfläche über weite Bereiche eine Decke aus Geschiebemergel ab. Mit dem Abschmelzen des Gletschereises wurden Sande und Kiese durch Schmelzwässer transportiert und abgelagert. Die Abtauprozesse setzten schon unter dem Eis ein, so dass immer wieder Sand- und Kieslagen im Geschiebemergel eingeschaltet sind.

In den Senken zwischen den Hügeln setzten sich im Schmelzwasser feinkörnige Becken- bzw. Seesedimente ab.

Mit beginnender Warmzeit begannen die Verwitterung und Erosion der Böden. Aus Abschwemmassen, Hangschutt und der einsetzenden Bodenbildung entwickelte sich eine Verwitterungsdecke. Auffüllungen bilden das letzte anthropogen gestaltete Bodenbild.



3 Vorhandene Informationen

Aus den Querprofilen von 1941 [2] geht hervor, dass der Damm einen wasserseitigen Lehmschlag als Abdichtung besitzt. Der Lehmschlag liegt rd. 1,0 m unter der Böschungsflanke und ist 0,5 m stark. Oberflächlich ist auf der wasserseitige Böschungsflanke eine 30 cm Wackenschüttung oder Pflastereindeckung vorhanden.

Gemäß Angaben der Stadtwerke Überlingen GmbH traten in Teilbereichen luftseitig nasse Stellen auf, weshalb die Ingenieur-Geologen-Gruppe, Uhldingen-Mühlhofen im Jahr 1996 mit der Überprüfung der Abdichtung des Lehmschlags und der Ausarbeitung eines Sanierungsvorschlags beauftragt wurde, siehe [3].

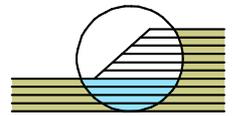
Die Untersuchungen ergaben, dass der Dammkörper aus sandigem, kiesigem, tonigem Schluff aufgebaut ist und der Lehmschlag aus schluffigem, sandig-kiesigem Ton besteht. Die Schichtstärke wurde mit 0,25 bis 1,0 m festgestellt. Allerdings wurde am Süddamm im Bereich des luftseitigen Dammfuß Sickerwasser festgestellt, das evtl. auf eine Durchströmung des Dammes hindeutet. Des Weiteren wurden wasserseitige Auskolkungen und langgestreckte Auswaschungen am Süddamm und Ostddamm festgestellt.

Im Gutachten wurden entsprechende Sanierungsvorschläge, u.a. eine innenliegende Dichtungswand oder ein Filterteppich zur Absenkung der Sickerlinie vorgeschlagen und die Herstellung des ursprünglichen Dammprofils im Bereich der Auskolkungen angeraten. Welche Maßnahmen ausgeführt wurden ist nicht bekannt.

Im Jahr 2008 war laut Bericht zur Vorschüttung der luftseitigen Staudammböschung [4] des Büros Kempfert + Partner Geotechnik, Konstanz eine erosionssichere Andeckung der wasserseitigen Böschung geplant. Im Vorfeld der Maßnahme wurde zur besseren Zugänglichkeit und Verbesserung der Standsicherheit eine Vorschüttung empfohlen. Als Material der Vorschüttung wurden die Bodengruppen GW, GI, GU, GU*, SU, SU* angeführt und ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 0,97$ gefordert.

Die Vorschüttung erfüllt den Zweck der Verbesserung der Standsicherheit und Zugänglichkeit. Eine gezielte Dränagewirkung ist dadurch nicht gegeben, da Bodengruppen mit hohem Feinkornanteil angeführt wurden.

Eine Vorschüttung ist entlang des Süddammes erkennbar, jedoch wurde der Bereich um den Entnahmeturm, offensichtlich wegen des Absperrhauses, ausgenommen. Dem Anschein nach hat der Dammkörper in diesem Bereich die alten Abmessungen entsprechend der Querprofile von 1941 [2].



4 Dammaufbau und Schichtbeschreibung

Anhand der Bohrungen und Sondierungen sowie der aktuellen Vermessung wurden die in den Anlagen 2.1-4 dargestellten Dammprofile angefertigt. Die Zuordnung zu den Dammbereichen ist wie folgt:

: Dammprofil 1 (Anl. 2.1)	Süddamm Bereich Entnahmeturm ohne Vorschüttung
: Dammprofil 2 (Anl. 2.2)	Süddamm Bereich mit Vorschüttung
: Dammprofil 3 (Anl. 2.3)	Süddamm Bereich mit Vorschüttung
: Dammprofil 4 (Anl. 2.4)	Ostdamm

Der Höhenunterschied zwischen Dammkrone und Seegrund beträgt auf der Südseite rd. 7,0 m. Auf der Ostseite im Bereich des Dammprofils 4 fällt er auf rd. 5,9 m ab.

Die Schichtenfolge wird nachfolgend getrennt nach den Aufschlüssen auf der Dammkrone und am Dammfuß beschrieben.

Dammkrone

Die Bohrung auf der Dammkrone erschlossen folgenden Schichtenaufbau:

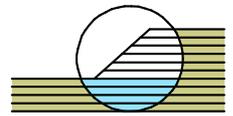
: Dammschüttung (Auffüllungen)	rezent
: Hanglehm	holozän
: Geschiebemergel	würm
: Molassesande und -schluffe	tertiär
der Oberen Meeresmolasse (OMM)	

Dammschüttung

Die Dammschüttung erscheint in vergleichbarer Kornzusammensetzung in allen Bohrungen und reicht bis rd. 6,0 m unter Gelände. Es ist überwiegend ein Sand/Schluff mit variierendem Nebenanteil an Kies und Ton. Des Weiteren sind vereinzelt organische Anteile, Pflanzenreste und Ziegelbruch vorhanden. Die Kornverteilungskurven in der Anlage 3.4 verdeutlichen die Homogenität der Dammschüttung.

Im Bereich der Bohrung BK 4/20 ist eine Auffüllung aus schwach schluffigem, sandigem Kies in dichter Lagerung bis rd. 1,0 m unter Gelände vorhanden, darunter folgt dieselbe Dammschüttung wie in den anderen Bohrungen.

Die höheren Schlagzahlen der Rammsondierung auf den oberen 1,5 bis 2,5 m deuten auf eine Art Kruste oder oberflächennahe Verdichtung hin. In diesem Bereich liegt eine mindestens wei-



che bis steife vor. Darunter fallen die Schlagzahlen auf weniger als 3 Schläge/dm, teils sogar 0 Schläge/dm pro Eindringtiefe, ab. Die Konsistenz ist hier nur als weich zu interpretieren. Die Zunahme der Wassergehalte mit der Tiefe verdeutlicht die Konsistenzverschlechterung. Die Drucksondierungen bestätigen die Verfestigung bzw. Kruste im oberen Bereich, der Spitzendruck erreicht hier Werte von 2 – 3 MN/m².

Der wasserseitige Lehmschlag wurde in den Bohrungen nicht angetroffen.

Hanglehm

Der oliv-braune Hanglehm ist ein weicher bis steifer Schluff mit Kies und Sand als Nebenanteile. Er tritt in allen Bohrungen, außer in der BK4, mit mehreren Metern Schichtstärke auf.

Der Spitzendruck der Rammsondierungen liegt im selben Wertebereich wie bei der Dammschüttung.

Geschiebemergel

Der Hanglehm geht in einen überwiegend halbfesten bis teilweise festen Geschiebemergel über. Bereichsweise kann eine steife Konsistenz vorliegen. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung steigen auf über 10 bis teilweise 30 Schläge/dm Eindringtiefe an. Der Geschiebemergel stellt sich als sandiger bis stark sandiger, kiesiger Schluff mit einem z.T. nicht unerheblichen Anteil an Steinen dar. Die Färbung reicht von grau bis olivgrau. Im Geschiebemergel sind regellos verteilte Kies- und Sandlagen vorhanden.

Molasse

Das letzte erschlossene Schichtglied bilden die Molassesande und -schluffe. Die Lagerung der Sande ist mitteldicht bis dicht, mit zunehmender Tiefe sind eine sehr dichte Lagerung und Sandsteinlagen zu erwarten. Mit zunehmendem Anteil an schluffig-tonigem Feinkorn wechseln die Sande in kalkig gebundene Mergel mit halbfester bis fester Konsistenz.

Dammfuß

Die Bohrung am luftseitigen Dammfuß erschlossen folgenden Schichtenaufbau:

<i>BK5/20</i>	<i>BK3/21 und BK4/21</i>
: Auffüllungen	: Auffüllungen
: Torf/Anmoor	: Aueablagerungen
: Talkies/Talsand	: Hanglehm/Geschiebelehm
: Geschiebemergel	: Geschiebesand/Moränekies

Die Schichtstärken, Kornzusammensetzungen und Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten dieser Schichten gehen aus den Baugrundprofilen in der Anlage 2 hervor.



Die Schürgruben SG1/21 und SG2/21 wurden zur Erkundung eventuell vorhandener Drainage-
maßnahmen angelegt. Die Schichtenfolge wurde wie folgt festgestellt:

- : Auffüllungen
- : Hanglehm

Die sandigen, stark schluffigen Auffüllungen enthalten Ziegelbruch und haben keine Drainage-
wirkung. Zudem wurden keine Dränagerohre oder dergleichen angetroffen. Es wird daher da-
von ausgegangen, dass keine Drainageeinrichtungen vorhanden sind.



5 Bodenkennwerte und Homogenbereiche

Die Scherfestigkeit der Dammschüttung und des Hanglehms wurde aus den Laborversuchen und Drucksondierungen abgeleitet. Anhand der Kornverteilungen, Kornform und Lagerungsdichte kann der innere Reibungswinkel bestimmt werden. Die Kohäsion lässt sich aus der undränierten Scherfestigkeit und den Überlagerungsspannungen ermitteln, siehe Anlage 5.1.

Die Durchlässigkeiten wurden durch iterative Nachrechnungen der gemessenen Sickerwasserlinien bestimmt.

Tabelle 2: Bodenkennwerte für geotechnische Berechnungen (charakteristische Werte)

	Wichte γ/γ' (kN/m ³)	Reibungswinkel (dränert) φ' (°)	Kohäsion (dränert) c' (kN/m ²)	Durchlässigkeit k_r (m/s)	Steifemodul E_s (MN/m ²)
Dammschüttung	21,5/11,5	27,5	6	Horizontal 2×10^{-6} Vertikal 9×10^{-8}	3
Hanglehm	21/11	27,5	7,5	5×10^{-8}	8
Geschiebemergel	21/11-23/13	27,5	15	1×10^{-8}	20
Molassesande/- schluffe	21/11-23/13	30	10	5×10^{-8}	30
Auffüllungen Dammfuß	21/11	27,5	2	7×10^{-5}	3
Auffüllungen kiesig Dammfuß	21/11-22/12	32,5	0	1×10^{-4}	20
Aueablagerung Dammfuß	19/9-21/11	27,5	2	7×10^{-5}	3

Tabelle 3: Projekt- und Standortdaten

Geotechnische Kategorie nach DIN 4020	GK3
Erdbeben nach DIN EN 1998-1	Erdbebenzone 2, Untergrundklasse S, Baugrundklasse C
Frosteindringtiefe	1,2 m (Frosteinwirkungszone I)



Tabelle 4: Bodenkennwerte nach Homogenbereiche für Erdarbeiten DIN 18300

Kennwert/Eigenschaft	Dimension	Homogenbereiche für Erdarbeiten DIN18300			
		D	H	S	
ortsübliche Bezeichnung		Dammschüttung	Hanglehm	Geschiebemergel Molasseschluff Molassesand	
Korngrößenverteilung		Siehe Anl. 3.4	Siehe Anl. 3.5	Siehe Anl. 3.5	
Massen- anteil	Steine	%	0 - 5	0 - 5	5 - 20
	Blöcke	%	<1	<1	0 - 5
	große Blöcke	%	0	0	<1
Dichte	g/cm ³	2,1 - 2,2	2,0 - 2,2	2,1 - 2,3	
undränierte Scherfestigkeit	kN/m ²	15 - 200	40 - 200	60 - 400	
Wassergehalt	%	5 - 23	15 - 20	5 - 22	
Konsistenzzahl I _c	-	0,5 - 0,9 weich bis steif	0,75 - 1,00 weich bis steif	0,75 - 1,25 steif bis halbfest	
Plastizitätszahl I _p	%	8 - 12	--	--	
Lagerungsdichte D	-	0,2 - 0,65 ^{*)} locker bis dicht	--	0,5 - 1,0 ^{*)} mitteldicht bis sehr dicht	
Organischer Anteil	%	0 - 2	0 - 2	--	
Abrasivität		gering	gering	hoch	
Bodengruppe		[GW], [GU], [UL], [SU], [SU*]	UL	UL, UM, GU*, SE, SW, SU*, TM	
Bodenklasse		3, 4	4	3, 4, 5	
Frostempfindlichkeit ZTVE		F1 ^{*)} , F2 ^{*)} , F3	F3	F1 - F3	
Verdichtbarkeit ZTVA		V1 ^{*)} , V2 ^{*)} , V3	V3	V1 - 3	

^{*)} gilt für nichtbindige Bereiche



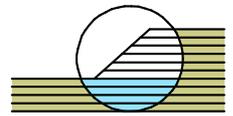
6 Sickerwasserlinie

Die Pegelstände des Weihers werden vom Stadtwerk am See erfasst und dokumentiert. Zur Erfassung der Sickerlinie im Dammkörper und im Bereich des Dammfuß wurden die Bohrungen BK1/21, 2/21, 3/21 und 4/21 zu permanenten Grundwasserpegel ausgebaut. Diese Grundwasserpegel sollen zukünftig zur Überwachung der Sickerlinie herangezogen werden.

Nachfolgende Tabelle fasst die gemessenen Wasserstände in den Temporärpegel (Bohrungen 2020), Grundwasserpegeln (Bohrungen 2021) und Schürftgruben zusammen:

Tabelle 5: Grundwasserstände/Sickerwasserstände

Bohrung	Datum	Lage	Gw-Stand unter Gelände in m	Gw-Stand in m ü NN	Zugehöriger Pegelstand in m ü NN
BK1/20	27.08.20	Dammkrone	3,28	504,27	~505,20
BK1/21	16.06.21	Dammkrone	3,23	504,34	505,20
BK1/21	16.07.21	Dammkrone	2,70	504,87	505,57
BK2/20	28.08.20	Dammkrone	2,87	504,72	~505,20
BK3/20	28.08.20	Dammkrone	3,34	504,11	~505,20
BK4/20	25.08.20	Dammkrone	2,86	505,04	~505,20
BK2/21	16.06.21	Dammfuß	1,54	501,43	505,20
BK2/21	16.07.21	Dammfuß	1,21	501,76	505,57
BK3/21	16.06.21	Dammfuß	1,96	498,91	505,20
BK3/21	16.07.21	Dammfuß	1,34	499,53	505,57
BK5/20	28.08.20	Dammfuß	1,40	498,42	~505,20
BK4/21	16.06.21	Dammfuß	2,08	500,13	505,20
BK4/21	16.07.21	Dammfuß	1,69	500,52	505,57
RP1/21	16.06.21	Dammfuß	3,57	501,49	505,20
RP1/21	16.07.21	Dammfuß	2,20	502,86	505,57
SG1b/21	16.06.21	Dammfuß	0,90	501,70	505,20
SG1c/21	16.06.21	Dammfuß	1,00	501,10	505,20
SG2a/21	16.06.21	Dammfuß	1,00	500,30	505,20
SG2b/21	16.06.21	Dammfuß	1,10	499,90	505,20



Aus den Messdaten geht hervor, dass die Sickerlinie den Dammquerschnitt durchläuft. Sie wurde im Bereich der Dammkrone zwischen rd. 2,7 m und 3,3 m unter Gelände angetroffen. Am Dammfuß wurde sie in Tiefen zwischen 0,9 und 2,2 m unter Gelände festgestellt. Die Pegelstände im Weiher lagen zum Zeitpunkt der Messungen bei ca. 505,20 bzw. 505,57 m ü NN, also noch unterhalb des vorgesehenen Vollstaus. Mit steigendem Pegelstand im Weiher steigt die Sickerlinie im Damm.

Die Pegelstände sowie die gemessenen Sickerwasserstände sind in den Dammprofilen zur Verdeutlichung eingezeichnet.

7 Standsicherheit

Die Standsicherheitsberechnungen erfolgen nach der Finiten-Elemente-Methode im 2-dimensionalen Raum mit dem Programmcode Plaxis 2D Edition V21. Das Programm ermöglicht die Abbildung von komplexen Schichtverläufen und Simulation von verschiedenen Bauzuständen.

Als maßgebendes Profil wird das Dammprofil 1 im Bereich des Entnahmeturms ohne Vorschüttung erachtet. Der Dammquerschnitt hat hier die geringsten Abmessungen und die Differenz zwischen Dammkrone und Seegrund ist am größten. Zur Ermittlung des Sicherheitsniveaus im Bereich des Süddamms mit Vorschüttung wird die Standsicherheit am Dammprofil 2 ebenfalls berechnet. Die für die Berechnungen vereinfachten Dammquerschnitte sind in den Dammprofilen rot eingezeichnet.

Die Berechnung der Standsicherheit erfolgt nach der sogenannten phi-c-Reduktion und ergibt einen globalen Gesamtsicherheitsbeiwert. Gemäß der DIN 19700-11 sind den Bemessungssituationen folgende Gesamtsicherheitsbeiwerte zugeordnet:

<i>Bemessungssituation</i>		<i>Gesamtstandsicherheitsbeiwert</i>
: Ständig	BS I	1,3
: Vorübergehend	BS II	1,2
: Außergewöhnlich	BS III	1,1

Als Einwirkungen sind äußere Lasten und Wasserdruck bzw. Porenwasserdruck zu verstehen. Da sich auf der Dammkrone nur ein schmaler Fußweg befindet der offensichtlich nicht mit Schwerlastwagen befahrbar ist, wird eine geringe Verkehrslast von 10 kN/m² auf der Dammkrone angesetzt.



Die Einwirkungen aus Wasserdruck bzw. Porenwasserdruck sind durch die Wasserstände definiert, die wie folgt angesetzt werden:

- : Stauziel $z_s = 505,20$ m NN
- : Vollstau $z_v = 506,37$ m NN (Vorgabe Planungsbüro)
- : BHQ1 (HQ1000) $z_{h_1} = 506,74$ m NN (Vorgabe Planungsbüro)
- : BHQ2 (HQ10000) $z_{h_2} = 506,87$ m NN (Vorgabe Planungsbüro)
- : schnelle Absenkung von Stauziel z_s auf 501,5 m NN
- : schnelle Absenkung von Vollstau z_v auf 501,5 m NN

Ferner werden Einwirkungen infolge eines Bemessungserdbebens angesetzt. Die Berechnungsphasen für beide Dammprofile werden wie folgt definiert:

- 1 Initial Phase
- 2 Dammbau
- 3 Verkehrslast auf Dammkrone
- 4 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei z_s
- 4a Standsicherheitsberechnung
- 5 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei $z = 505,6$ m ü NN
- 6 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei z_v
- 6a Standsicherheitsberechnung
- 7 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei z_{h_1}
- 7a Standsicherheitsberechnung
- 8 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei z_{h_2}
- 8a Standsicherheitsberechnung
- 9 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei Absenkung von z_s auf 501,5
- 9a Standsicherheitsberechnung
- 10 Hydraulische Berechnung der Sickerlinie bei Absenkung von z_v auf 501,5
- 10a Standsicherheitsberechnung

Für jede Einstauhöhe bzw. Absenkung wird zuerst eine hydraulische Berechnung der Sickerlinie im Dammkörper angestellt und anschließend die Gesamtstandsicherheit unter Ansatz dieser Sickerlinie ermittelt.

Mit den Berechnungsphasen 4 und 5 wurden die gemessenen Sickerwasserstände nachgerechnet. Die Durchlässigkeiten und Schichtverläufe am Dammfuß wurden iterativ angepasst, um eine ausreichende Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Sickerwasserlinie zu erreichen. Folgende Ergebnisse wurden erreicht:



Tabelle 6: Nachrechnung Sickerwasserstände in m ü NN

Einstauhöhe	Dammprofil 1				Dammprofil 2			
	Sickerwasserstand Mitte Dammkrone		Sickerwasserstand Dammfuß		Sickerwasserstand Mitte Dammkrone		Sickerwasserstand Dammfuß	
	Messung BK1/21	Berechnung	Messung BK2/21	Berechnung	Messung BK2/20	Berechnung	Messung BK3/21	Berechnung
505,20	504,34	504,4	501,43	501,6	504,7	504,3	498,91	499,0
505,57	504,87	504,9	501,76	501,9	-	504,6	499,5	499,6

Die gemessenen Sickerwasserstände können mit dem Berechnungsmodell in ausreichender Genauigkeit abgebildet werden. Die Verläufe der Sickerwasserlinien sind in den Analgen 6.1-4 dargestellt.

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

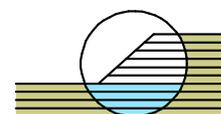
Tabelle 7: Berechnungsergebnisse Gesamtstandsicherheit Ist-Zustand

Einstauhöhe Absenkung	Ermittelte Gesamtstandsicherheitsbeiwerte				Bemessungssituation	Erf. Gesamtstandsicherheitsbeiwert
	Dammprofil 1		Dammprofil 2			
	η	Anlage	η	Anlage		
Vollstau $z_v = 506,37$	1,589	7.1	1,843	8.1	BS I	1,3
BHQ1 (HQ1000) $z_{h1} = 506,74$	1,490	7.2	1,811	8.2	BS II	1,2
BHQ2 (HQ10000) $z_{h1} = 506,87$	1,435	7.3	1,800	8.3	BS III	1,1
Absenkung von z_s auf 501,5	1,241	7.4	1,294	8.4	BS II	1,2
Absenkung von z_v auf 501,5	1,108	7.5	1,142	8.5	BS III	1,1
Erdbeben	1,39	7.6	-	-	BS III	1,1

Der erforderliche Gesamtstandsicherheit kann für alle Einstauhöhen bzw. Absenkungen bei beiden Dammprofilen eingehalten werden. Die Standsicherheit für das Erdbeben wurde nur für das maßgebende Dammprofil 1 berechnet.

Die geringste Sicherheit weist die wasserseitige Böschung bei einer schnellen Absenkung vom Vollstau z_v auf 501,5 m ü NN auf. Für diesen Lastfall wurde die Bemessungssituation BS III „außergewöhnlich“ zu Grunde gelegt.

Die Sickerlinie erreicht bei den größeren Einstauhöhen ab dem Vollstau die luftseitige Böschungskante was zu Erosionen am Dammkörper führen kann und ungünstig für die Standsicherheit ist. Es werden daher Drainagemaßnahmen im Bereich des Dammfuß angeraten.



8 Dränagemaßnahmen

Als Maßnahme zur kontrollierten Absenkung der Sickerlinie kommen ein Fußdrän am Dammfuß oder ein Auflastdrän auf der luftseitigen Böschungskante in Betracht.

Der Fußdrän hat den Vorteil, dass die Sickerlinie bereits im Dammkörper abgesenkt wird, was die Scherfestigkeit der Dammschüttung begünstigt. Bautechnisch muss hierfür das bestehende Dammschüttmaterial durch Frostschutzkies abschnittsweise ersetzt werden.

Der Auflastdrän erhöht die Standsicherheit durch die Vergrößerung des Dammquerschnitts. Er verhindert Erosionen an der Böschungskante und leitet das Sickerwasser kontrolliert ab. Bautechnisch muss lediglich eine Anschüttung aus Filterkies erfolgen.

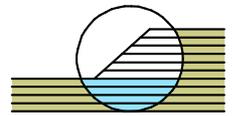
Beide Varianten sind mit einem Trennvlies zu ummanteln, um die Filterstabilität zu gewährleisten und Ausspülungen zu vermeiden. Des Weiteren ist das Sickerwasser in Dränageleitungen, die an der Basis des Auflastdrän eingebaut sind, zu fassen und an die Vorflut zu leiten. Kontrollschächte sind vorzusehen.

Zur Beurteilung welche Variante eine höhere Standsicherheit ergibt, wurde ein Fußdrän sowie ein Auflastfilter in das Dammprofil 1 eingefügt. Die Variante mit Auflastdrän ergibt die höheren Gesamtstandsicherheitsbeiwerte. Zur Ermittlung der Standsicherheit im Bereich mit Vorschüttung und zur Festlegung der Abmessungen des Auflastdräns wurden die Berechnungen auch am Dammprofil 2 durchgeführt. Nachfolgend sind die Ergebnisse aus den Anlagen 9-11 zusammengefasst:

Tabelle 8: Berechnungsergebnisse Gesamtstandsicherheit mit Dränagemaßnahmen

Einstauhöhe	Dammprofil 1 Fußdrän	Dammprofil 1 Auflastdrän	Dammprofil 2 Auflastdrän
	η	η	η
Vollstau $z_v = 506,37$	1,623	1,766	1,927
BHQ1 (HQ1000) $z_{h1} = 506,74$	1,531	1,658	1,898
BHQ2 (HQ10000) $z_{h1} = 506,87$	1,494	1,611	1,893

Auf Grundlage der Standsicherheitsberechnungen und bautechnisch einfacheren Ausführung wird der Auflastdrän vorgeschlagen. Die Abmessungen des Auflastdräns für den Bereich ohne Vorschüttung geht aus Anlage 10 und für den Bereich mit Vorschüttung aus Anlage 11 hervor. Es wird empfohlen, den Auflastdrän auch am Ostddamm auszuführen.



Als Material ist ein frostsicherer, grobkörnigen Kies (z.B. 2/45, Anforderungen: Wichte $\gamma=22 \text{ kN/m}^3$, Reibungswinkel $\varphi=37,5^\circ$, Durchlässigkeit $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$) zu verwenden. Der Kies ist vollständig mit einem Trennvlies zu ummanteln.

Für die Bemessung der Drainageleitungen ist gemäß den Berechnungen des Dammprofil 1 im Hochwasserfall BHQ2 (HQ10000) von einer Wassermenge von rd. 0,003 l/s je Laufmeter auszugehen.

9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Auf Grundlage beider Untersuchungen (2020 und 2021) sowie der aktuellen Vermessung kann die Standsicherheit für den Süddamm mit und ohne Vorschüttung nachgewiesen werden. Maßgebend für die Standsicherheit des Damms ist die Scherfestigkeit des Dammschüttmaterials, welche durch die Drucksondierungen und Laborversuche bestimmt wurde.

Allerdings wurde festgestellt, dass die Sickerwasserlinie den Dammkörper durchströmt und bei größeren Einstauhöhen an der luftseitigen Böschungsflanke austritt. In früheren Untersuchungen wurden bereits Vernässungen bei höheren Wasserständen beobachtet.

Zum Schutz der luftseitigen Böschungsflanke wird ein Auflastdrän angeraten, der entlang des Süddamms und Ostdamms vorgeschlagen wird. Durch den Auflastdrän wird das Sickerwasser kontrolliert abgeführt und Erosionen verhindert. Darüber hinaus erhöht der Auflastdrän die Standsicherheit.

Die Vorgaben für den Auflastdrän sowie Angaben für die weitere Planung der Drainageleitungen sind unter 8 aufgeführt.

Zusätzlich zu den Drainagemaßnahmen wird eine Überwachung der Sickerlinie im Dammkörper anhand der ausgebauten Grundwasserpegel angeraten. Eine regelmäßige Begehung des Damms ist ebenfalls vorzunehmen. Hierfür müsste der Weiher planmäßig abgesenkt werden, um auch die wasserseitigen Böschungsflanke (geringste Standsicherheit bei einer schnellen Absenkung) zu kontrollieren.

Luis Ulrich M.Sc.
Dr.-Ing. G. Ulrich
Geotechnik GmbH

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

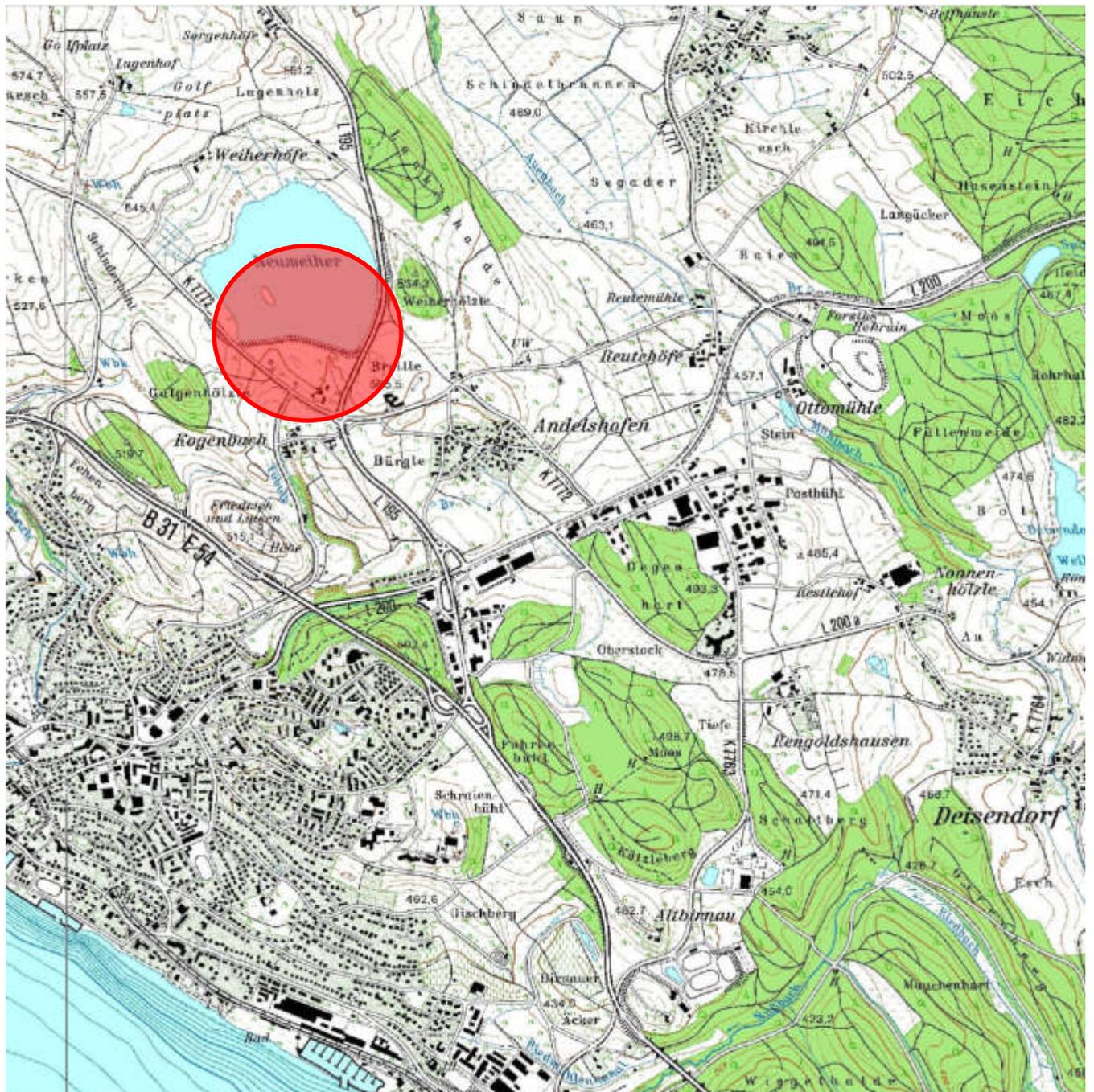
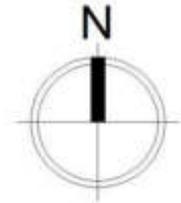
Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher Überlingen
Übersichtslageplan M1:25000

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
Fr

Anlage Nr.
1.1

Sachbearbeiter
UI

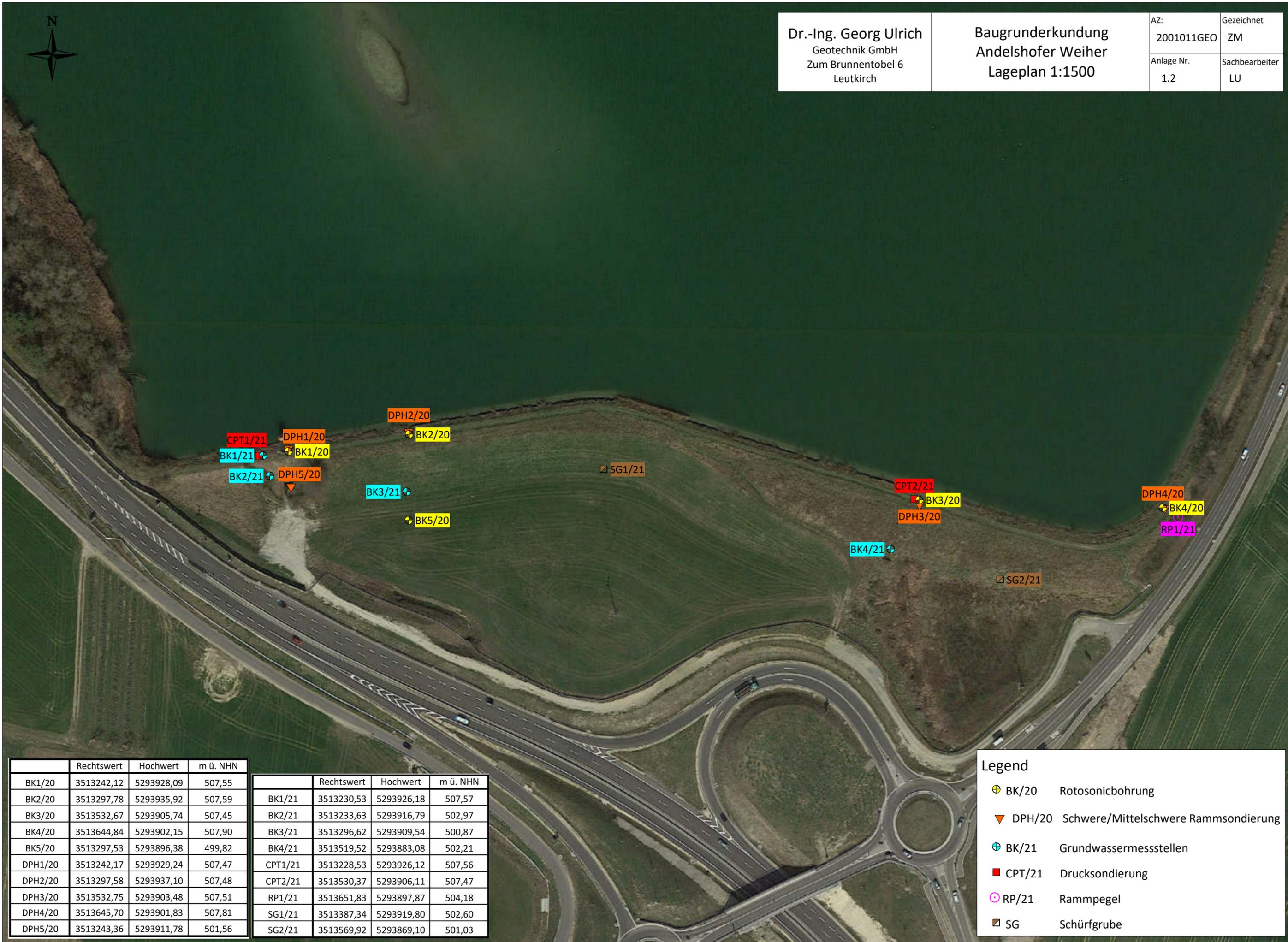




Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Zum Brunnentobel 6
Leutkirch

Baugrunderkundung
Andelshofer Weiher
Lageplan 1:1500

AZ:	2001011GEO	Gezeichnet	ZM
Anlage Nr.	1.2	Sachbearbeiter	LU



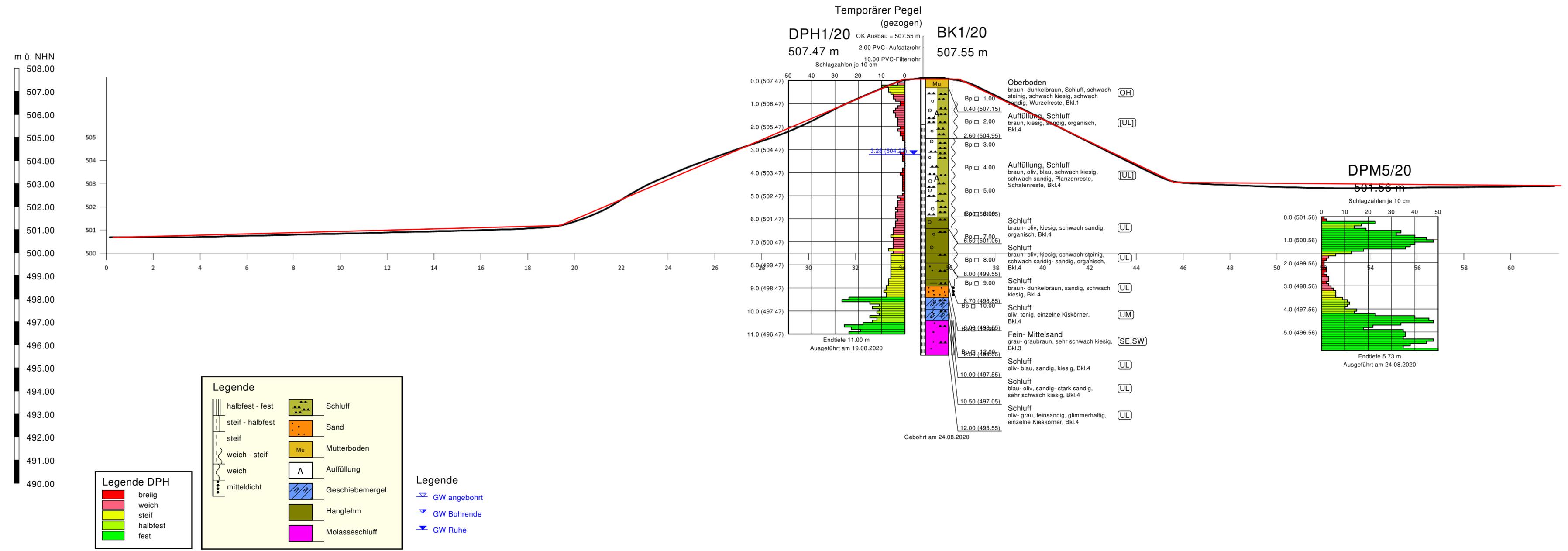
	Rechtswert	Hochwert	m ü. NHN
BK1/20	3513242,12	5293928,09	507,55
BK2/20	3513297,78	5293935,92	507,59
BK3/20	3513532,67	5293905,74	507,45
BK4/20	3513644,84	5293902,15	507,90
BK5/20	3513297,53	5293896,38	499,82
DPH1/20	3513242,17	5293929,24	507,47
DPH2/20	3513297,58	5293937,10	507,48
DPH3/20	3513532,75	5293903,48	507,51
DPH4/20	3513645,70	5293901,83	507,81
DPH5/20	3513243,36	5293911,78	501,56

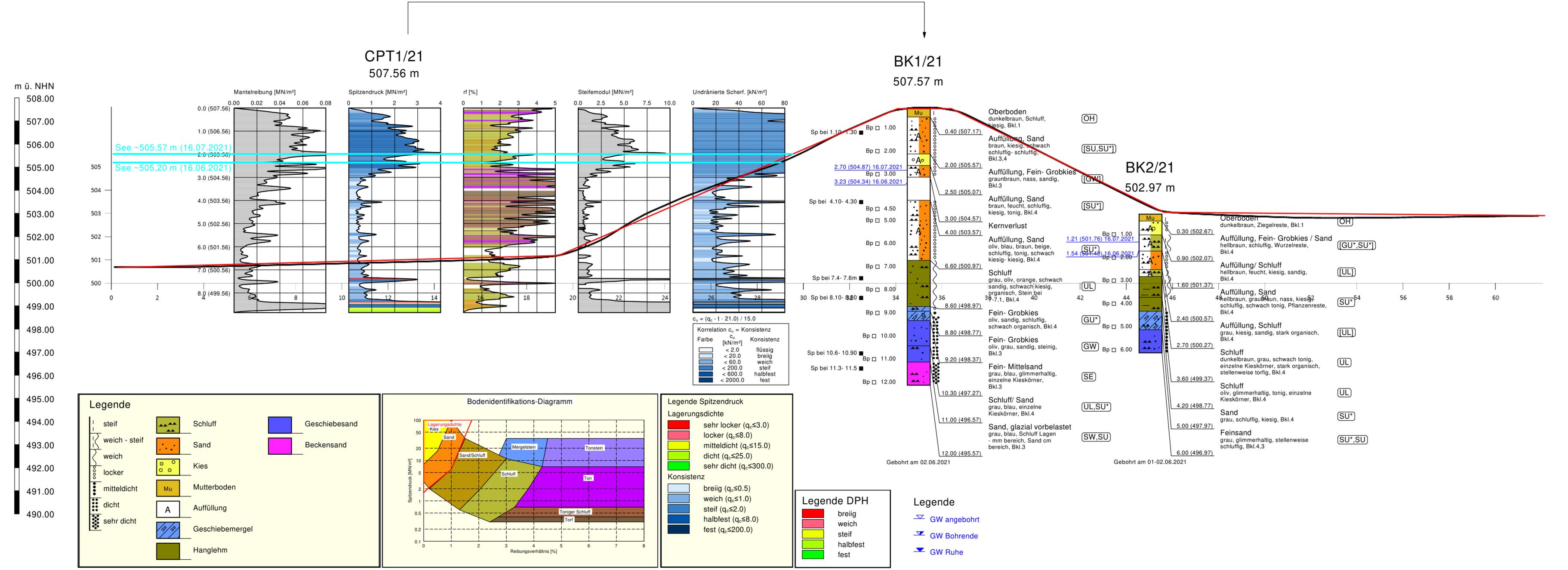
	Rechtswert	Hochwert	m ü. NHN
BK1/21	3513230,53	5293926,18	507,57
BK2/21	3513233,63	5293916,79	502,97
BK3/21	3513296,62	5293909,54	500,87
BK4/21	3513519,52	5293883,08	502,21
CPT1/21	3513228,53	5293926,12	507,56
CPT2/21	3513530,37	5293906,11	507,47
RP1/21	3513651,83	5293897,87	504,18
SG1/21	3513387,34	5293919,80	502,60
SG2/21	3513569,92	5293869,10	501,03

Legend

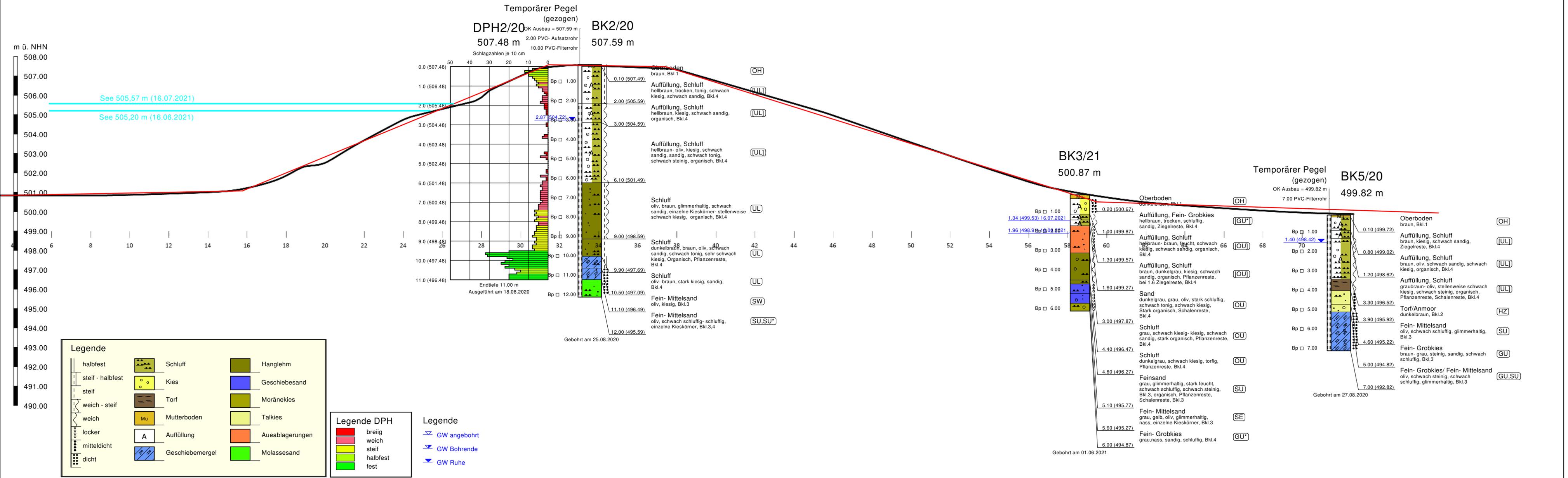
-  BK/20 Rotosonicbohrung
-  DPH/20 Schwere/Mittelschwere Rammsondierung
-  BK/21 Grundwassermessstellen
-  CPT/21 Drucksondierung
-  RP/21 Rammpegel
-  SG Schürfgrube

M.d.H. 1:100

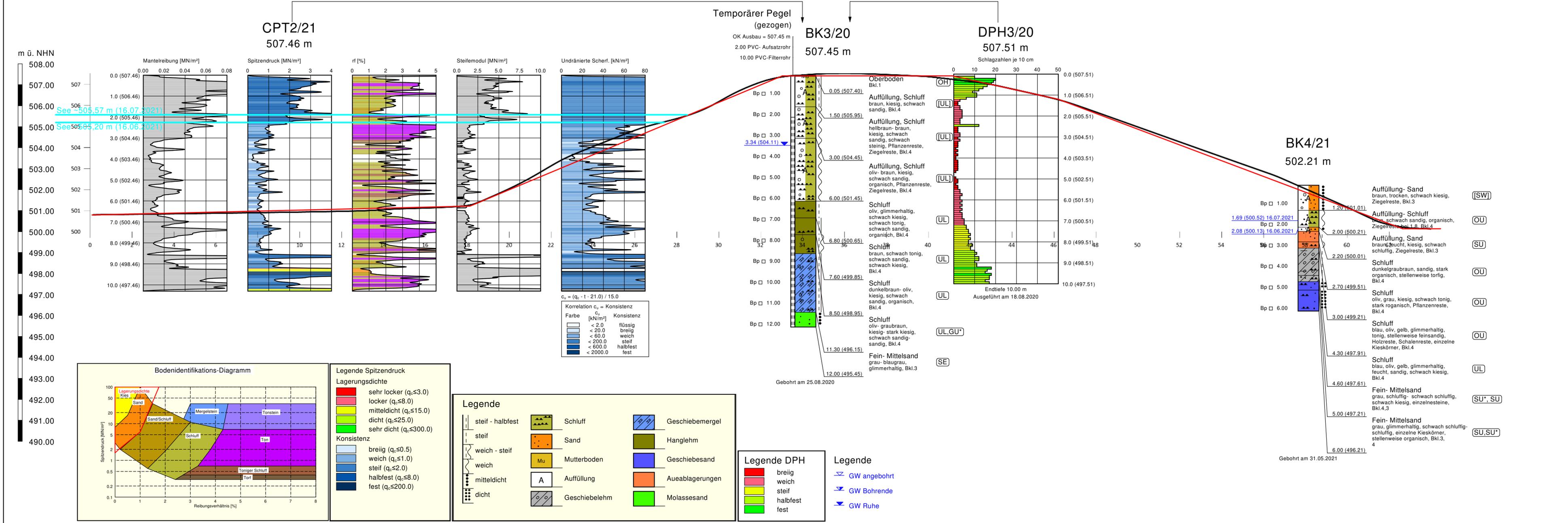




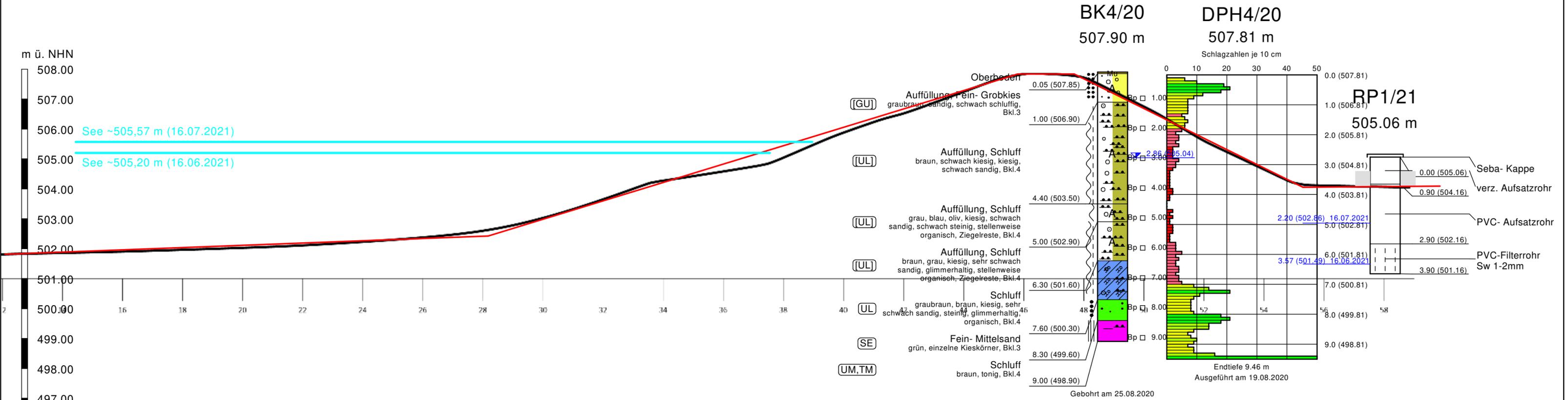
M.d.H. 1:100



M.d.H. 1:100



M.d.H. 1:100



Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

Legende DPH

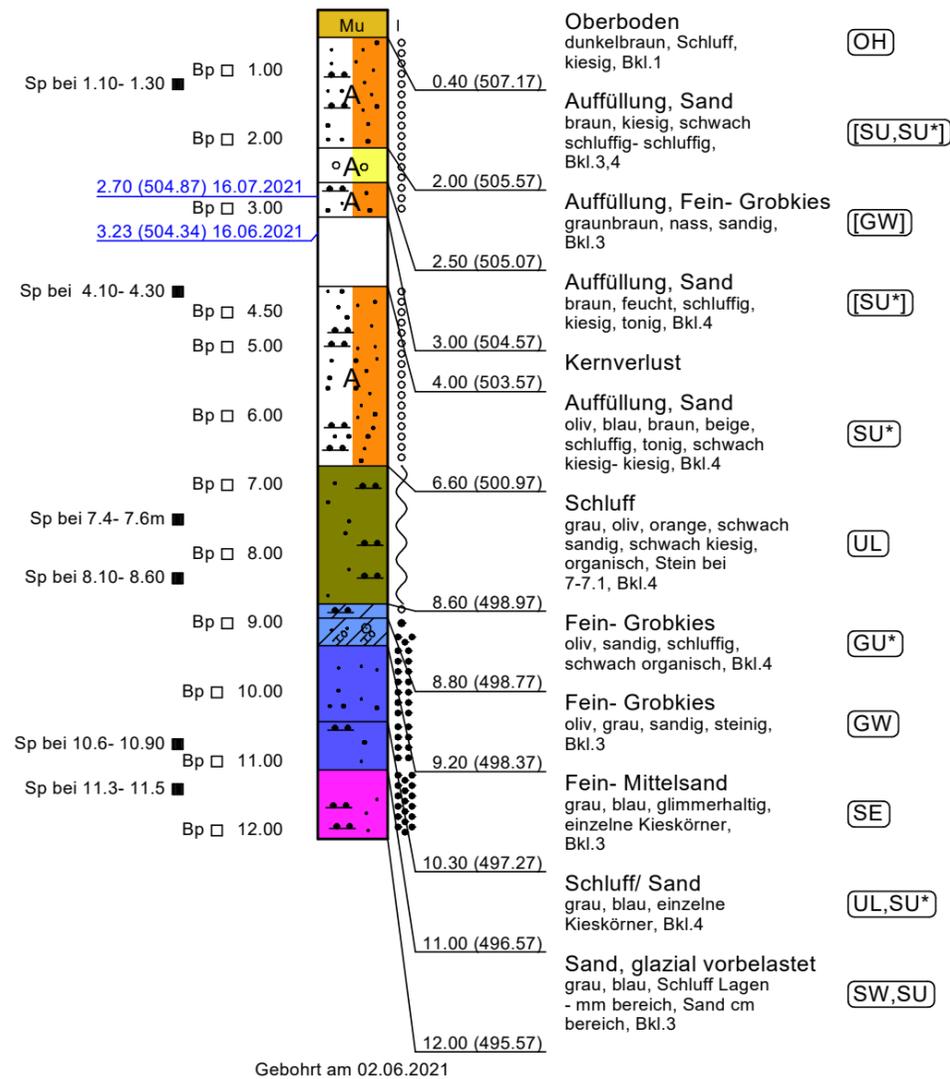
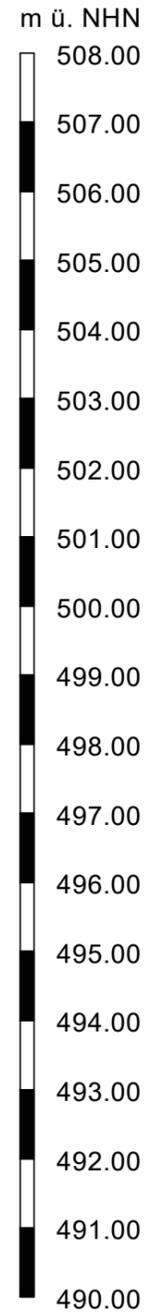
- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest

Legende

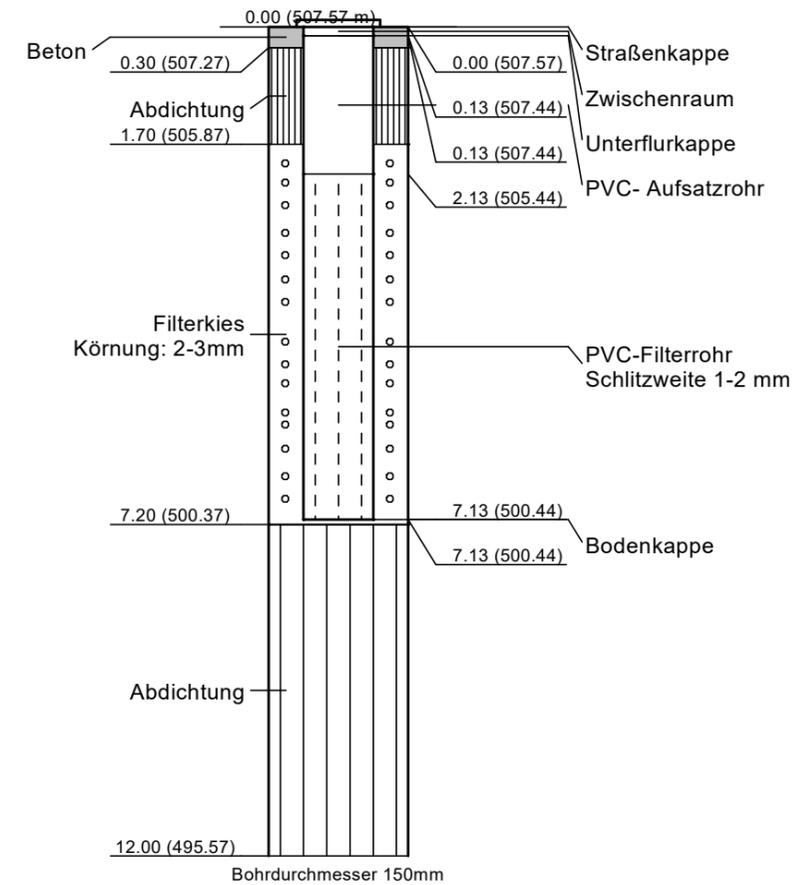
halbfest - fest	Schluff	PVC-Filterrohr
steif	Kies	Seba- Kappe
weich - steif	Mutterboden	Molassesand
weich	Auffüllung	Molasseschluff
mitteldicht	Geschiebemergel	
dicht		

M.d.H. 1:100

BK1/21
507.57 m



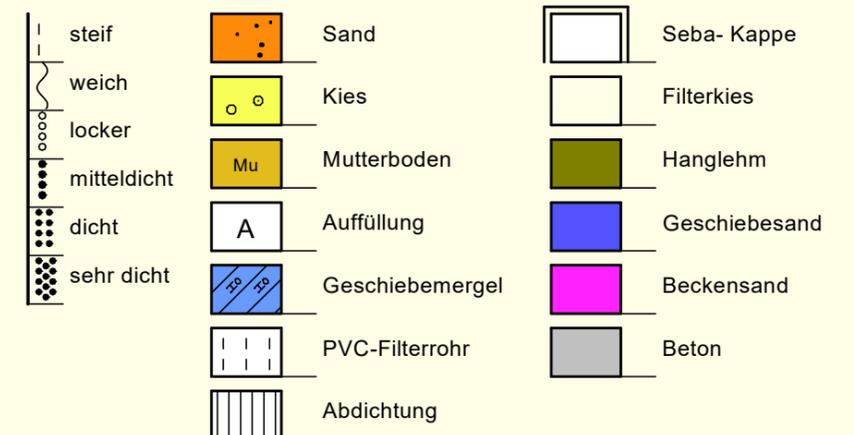
3"GWM- BK1



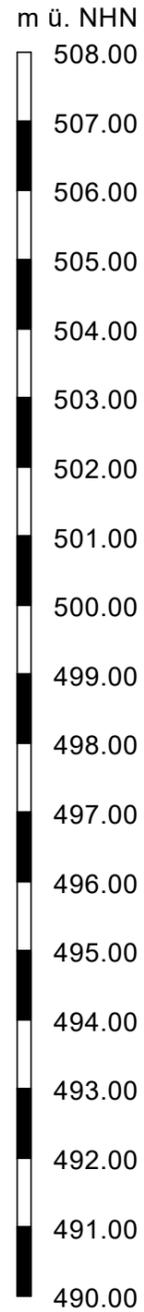
Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

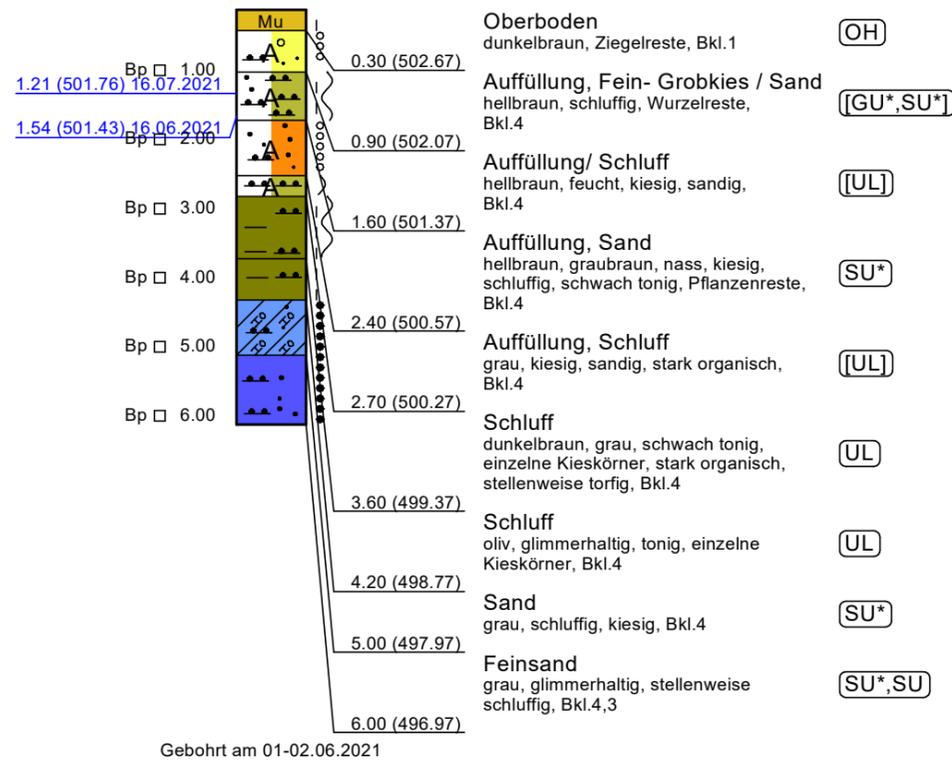
Legende



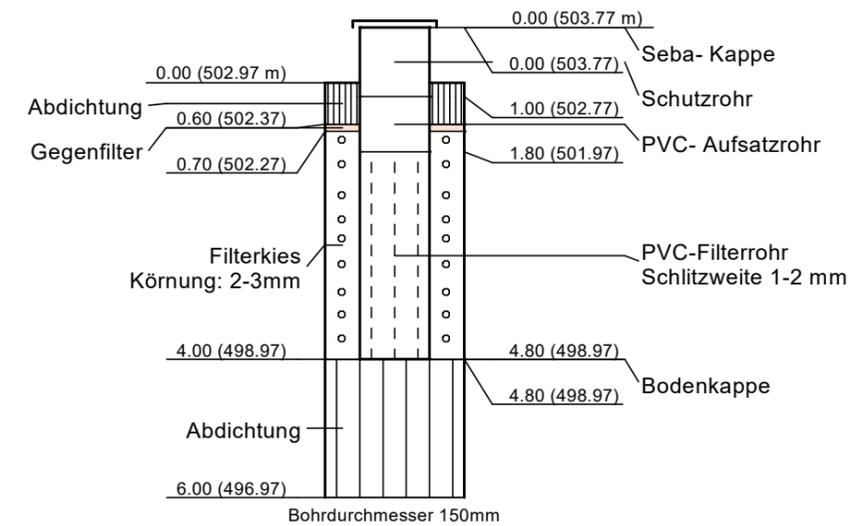
M.d.H. 1:100



BK2/21
502.97 m



3"GWM- BK2



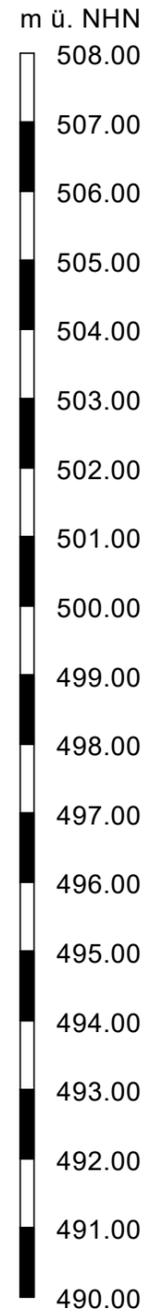
Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

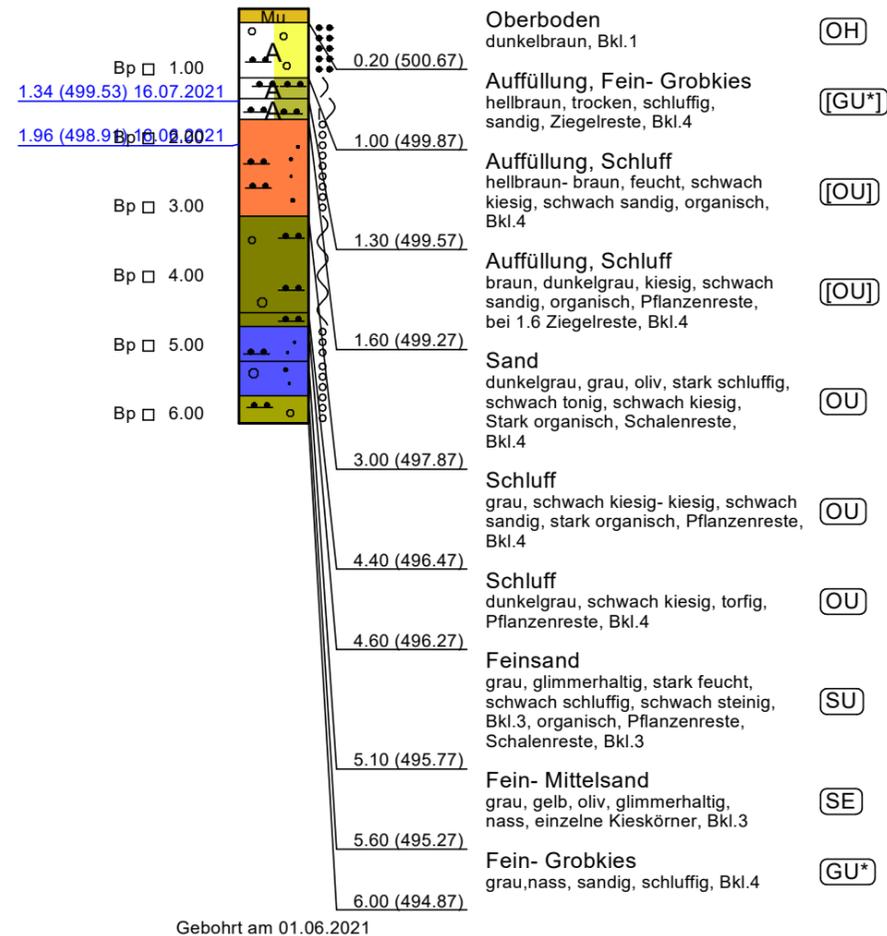
Legende

steif		Schluff		Abdichtung
weich - steif		Sand		Seba- Kappe
weich		Kies		Filterkies
locker		Mu Mutterboden		Hanglehm
mitteldicht		A Auffüllung		Geschiebesand
		Geschiebemergel		Gegenfilter
		PVC-Filterrohr		

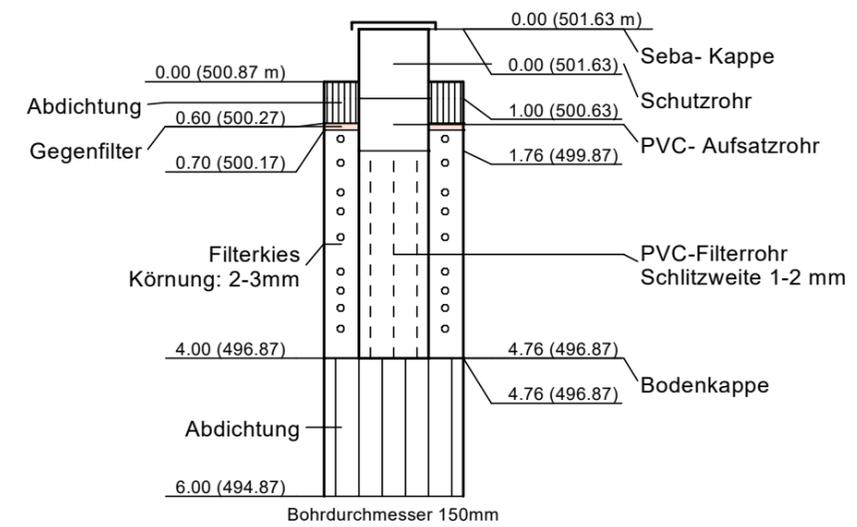
M.d.H. 1:100



BK3/21
500.87 m



3"GWM- BK3



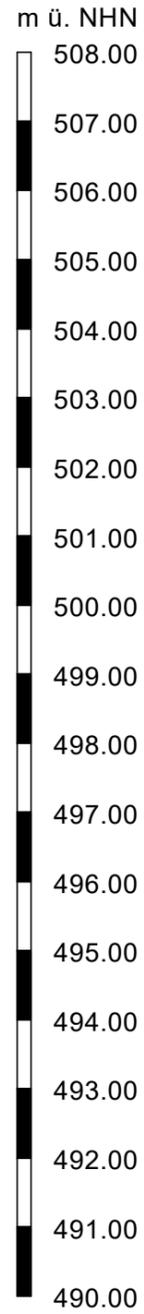
Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

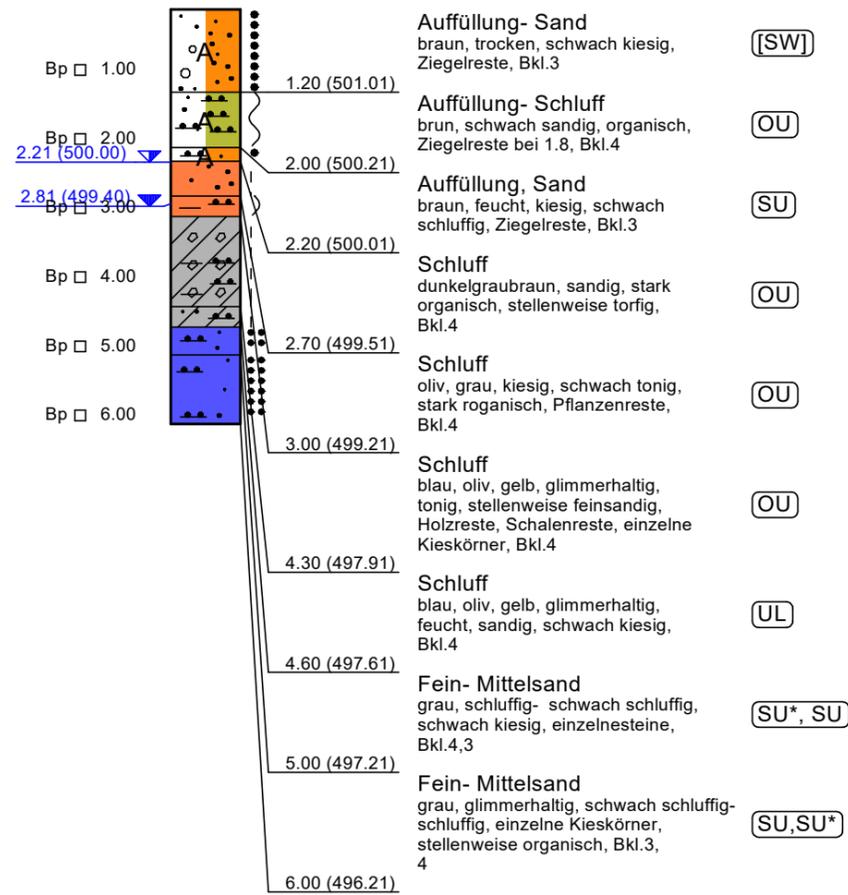
Legende

steif	Schluff	Filterkies
weich - steif	Kies	Hanglehm
weich	Mutterboden (Mu)	Geschiebesand
locker	Auffüllung (A)	Moränekies
dicht	PVC-Filterrohr	Aueablagerungen
	Abdichtung	Gegenfilter
	Seba- Kappe	

M.d.H. 1:100

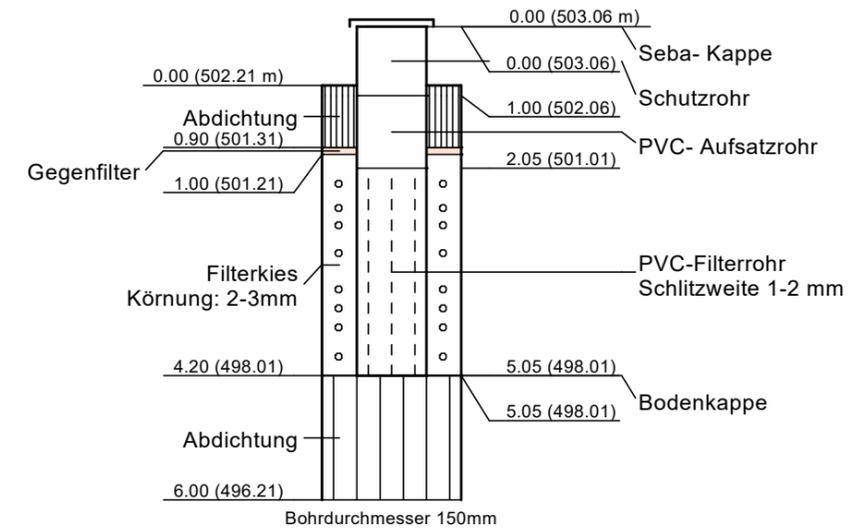


BK4/21
502.21 m



Gebohrt am 31.05.2021

3"GWM- BK4



Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

Legende

- | | | | | | |
|--|-------------|--|----------------|--|-----------------|
| | steif | | Schluff | | Seba- Kappe |
| | weich | | Sand | | Filterkies |
| | mitteldicht | | Auffüllung | | Geschiebesand |
| | dicht | | Geschiebelehm | | Aueablagerungen |
| | | | PVC-Filterrohr | | Gegenfilter |
| | | | Abdichtung | | |

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Zum Brunnentobel 6
Leutkirch

Speicherkraftwerk Andelshofer Weiher
Überlingen
Dammprofil - BK3

AZ:
2001011GEO

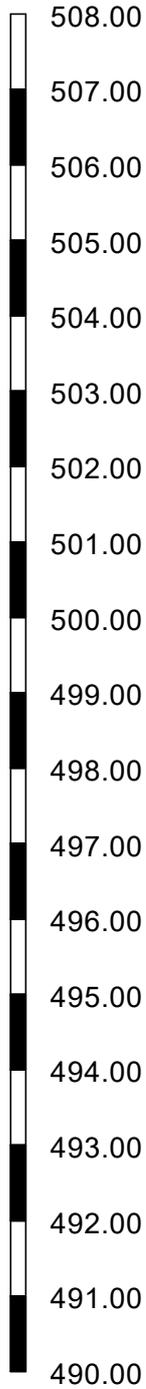
Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
2.9

Sachbearbeiter
LU

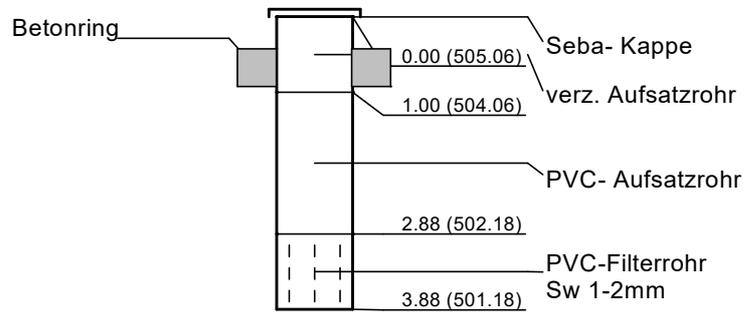
M.d.H. 1:100

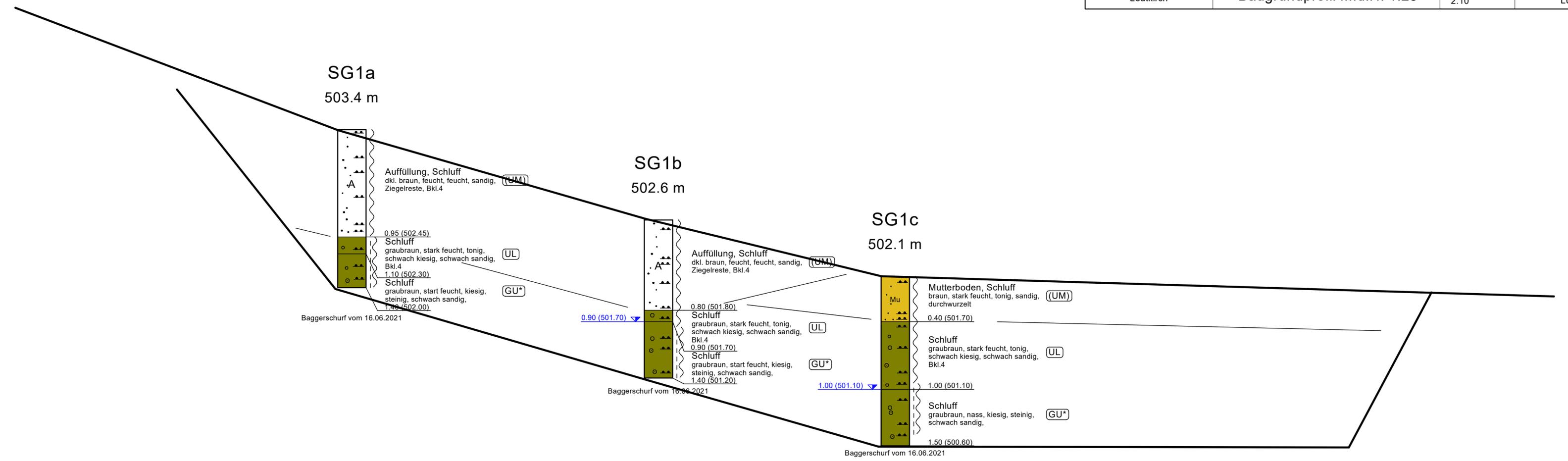
m ü. NHN



RP1/21

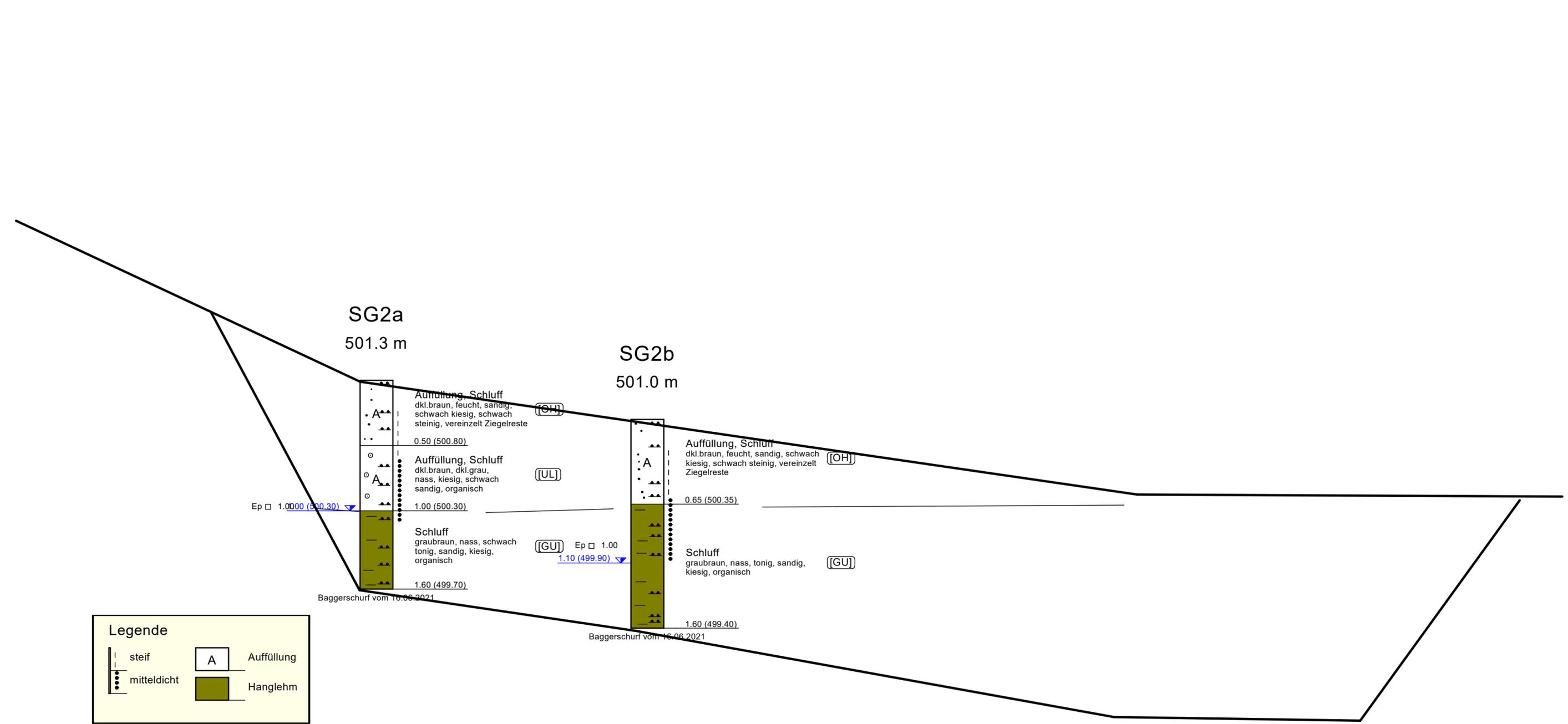
505.06 m





Legende

- weich - steif
- weich
- Mu Mutterboden
- A Auffüllung
- Hanglehm
- GW angebohrt
- GW Bohrende



Legende

steif	A	Auffüllung
mitteldicht	Hanglehm	

Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende



Laboratoriumsbefund Nr.: AZ2001011GEO

Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121

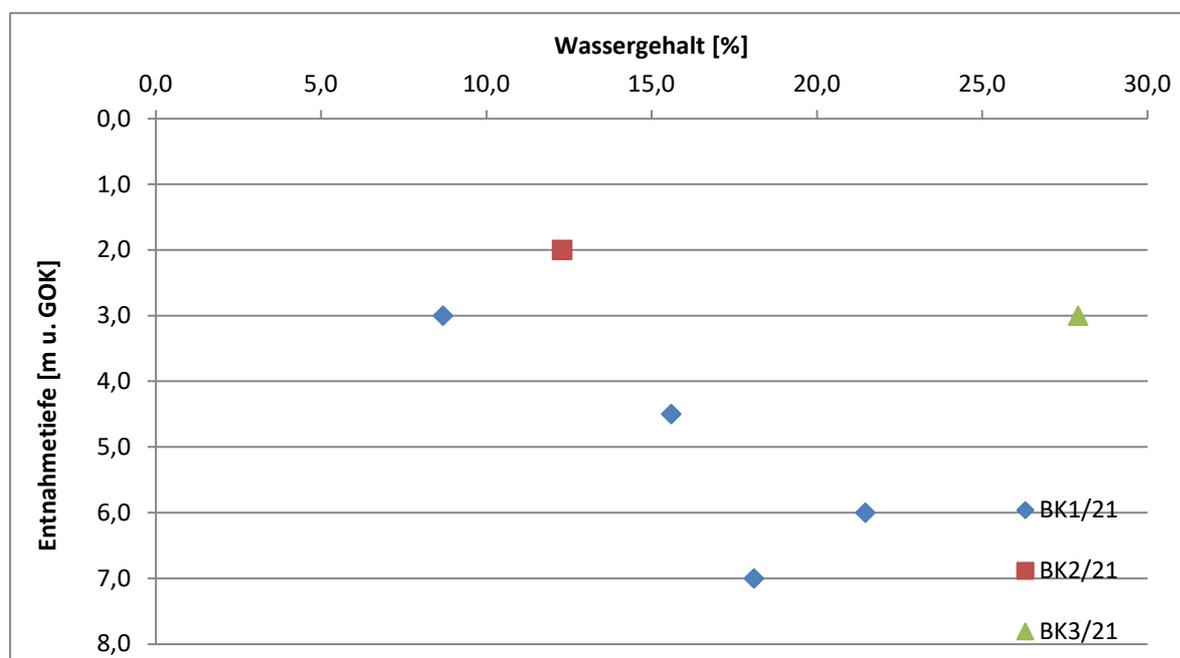
Projekt: Standsicherheit Andelshofer Weiher - Überlingen

Entnahmedatum: 01-02.06.2021

Sachbearbeiter: Kü/EA

Bearbeitungsdatum: 11.06.2021

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Wasser- gehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK1/21	3,0	8,7	A,S,u,t,g-	Dammschüttung
BK1/21	4,5	15,6	A,S,u,t,g-	Dammschüttung
BK1/21	6,0	21,5	A,S,u,t,g-	Dammschüttung
BK1/21	7,0	18,1	U,s-,g-	Hanglehm
BK2/21	2,0	12,3	A,S,g,u,t-	Dammschüttung
BK3/21	3,0	27,9	S, u+, t-, g-	Aueablagerung





Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 2001011GEO

Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121

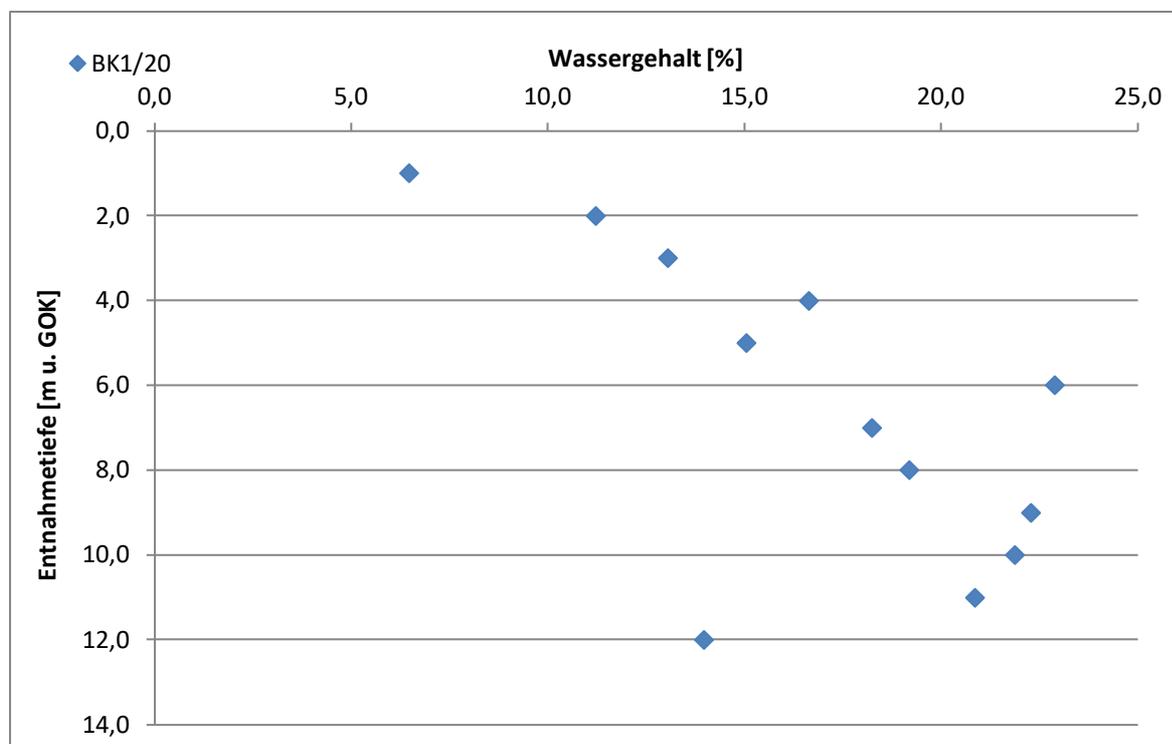
Projekt: Andelshofer Weiher Überlingen

Entnahmedatum: 24.-27.08.2020

Sachbearbeiter: Kü/ZM

Bearbeitungsdatum: 09.09.2020

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Wasser- gehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK1/20	1,0	6,5		Dammschüttung
BK1/20	2,0	11,2		Dammschüttung
BK1/20	3,0	13,0		Dammschüttung
BK1/20	4,0	16,6		Dammschüttung
BK1/20	5,0	15,1		Dammschüttung
BK1/20	6,0	22,9		Dammschüttung
BK1/20	7,0	18,2		Hanglehm
BK1/20	8,0	19,2		Hanglehm
BK1/20	9,0	22,3		Hanglehm
BK1/20	10,0	21,9		Geschiebemergel
BK1/20	11,0	20,9		Molasseschluff
BK1/20	12,0	14,0		Molasseschluff





Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 2001011GEO

Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121

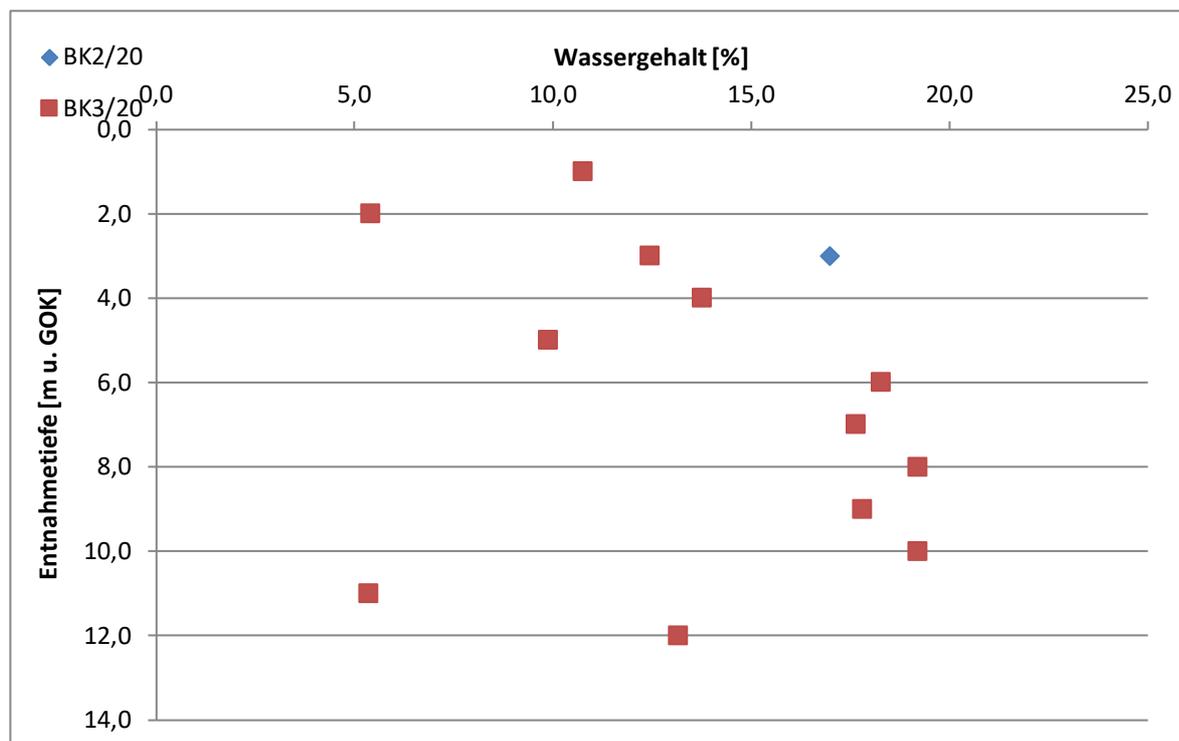
Projekt: Andelshofer Weiher Überlingen

Entnahmedatum: 24.-27.08.2020

Sachbearbeiter: Kü/ZM

Bearbeitungsdatum: 09.09.2020

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Wassergehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK2/20	3,0	17,0		Dammschüttung
BK3/20	1,0	10,8		Dammschüttung
BK3/20	2,0	5,4		Dammschüttung
BK3/20	3,0	12,5		Dammschüttung
BK3/20	4,0	13,8		Dammschüttung
BK3/20	5,0	9,9		Dammschüttung
BK3/20	6,0	18,3		Dammschüttung
BK3/20	7,0	17,6		Hanglehm
BK3/20	8,0	19,2		Hanglehm
BK3/20	9,0	17,8		Geschiebemergel
BK3/20	10,0	19,2		Geschiebemergel
BK3/20	11,0	5,4		Geschiebemergel
BK3/20	12,0	13,2		Molassesand



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH

Baustoff- und Bodenprüfstelle

Zum Brunnetobel 6

88299 Leutkirch

Bearbeiter: Kü/ZM/EA

Datum: 16.09.2020_11.06.2021

Körnungslinie DIN 18 123

Standsicherheit Andelshofer Weiher

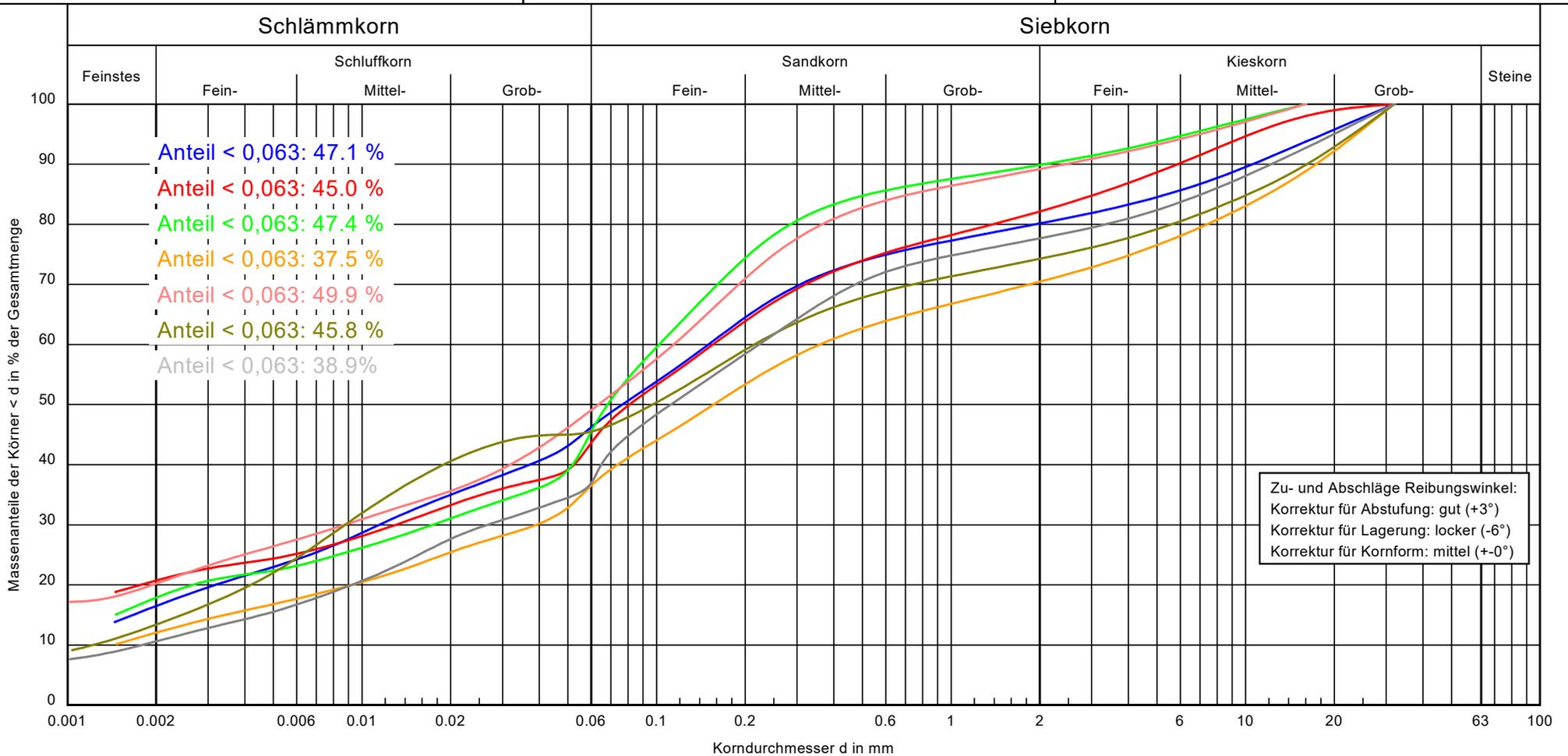
Überlingen

Prüfungsnummer: 2001011-KVS01-07

Probe entnommen am: 24.08.2020_02.06.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV01	KGV02	KVS03	KVS04	KGV05	KGV06	KGV07
Entnahmestelle	BK1/21	BK1/21	BK1/21	BK2/21	BK1/20	BK2/20	BK3/20
Tiefe	2.6- 2.8m	5.3- 5.6m	6- 6.5m	1.7- 1.9m	4.0 m	3.0 m	3,0 m
Bodenart	S, ū, g, t	S, u, t, g	S, u, t, g'	S, g, u, t'	S, u, t, g'	U, s, g, t'	S, u, g, t'
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	176.3/0.3	124.4/1.8
k-Wert	-	-	-	-	-	$1.2 \cdot 10^{-8}$	$7.5 \cdot 10^{-8}$
Bodengruppe			TL	SU*	[TL]	[TL]	[ST*]
Reibungswinkel	27.9	27.8	27.5	30.0	27.0	28.0	29.7
Kornkennzahl	2332	2242	2341	1333	2341	1333	1342

Bemerkungen:
 Dammschüttung
 Dammschüttung
 Dammschüttung
 Dammschüttung
 Dammschüttung

AZ:
 2001011GEO
 Anlage:
 3.4

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH

Baustoff- und Bodenprüfstelle

Zum Brunnetobel 6

88299 Leutkirch

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 19.02.2021_16.06.2021

Körnungslinie DIN 18 123

Andelshofer Weiler

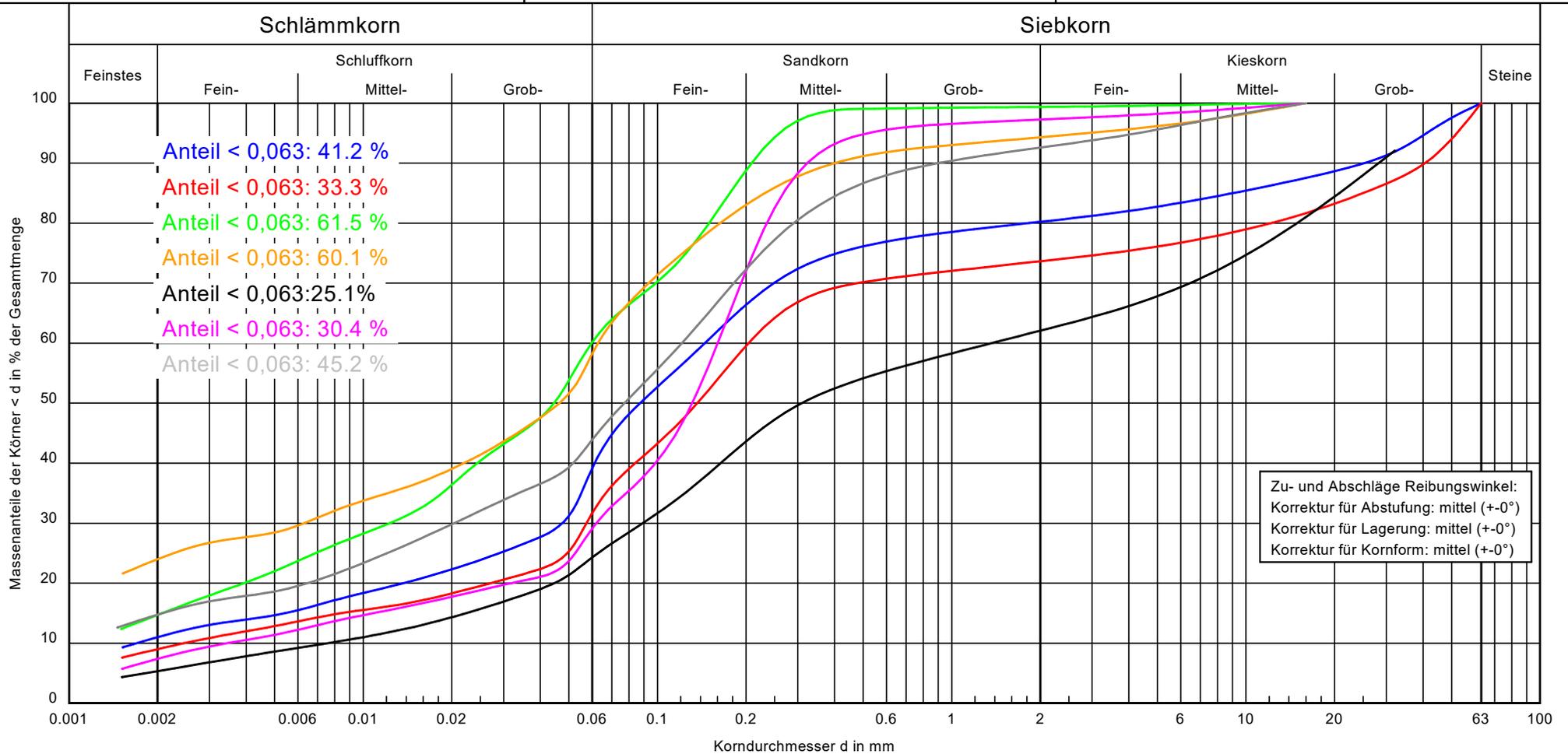
Überlingen

Prüfungsnummer: 2001011- KVS08-14

Probe entnommen am: 24.08.2021_01.06.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV08	KGV09	KVS10	KVS11	KVS12	KVS13	KVS14
Entnahmestelle	BK1/20	BK1/20	BK1/20	BK2/20	BK2/20	BK3/20	BK3/21
Tiefe	7.0- 8.0m	9.7- 10.2m	11.0- 11.5m	7.3- 7.6m	10-10.6	11.5- 11.9m	2.7- 2.9m
Bodenart	S, ū, g, t'	S, g, u, t'	U, s, t'	U, s, t, g'	G, s, u, t'	S, u, t'	S, ū, t', g'
U/Cc	85.2/9.1	82.7/6.5	-/-	-/-	180.5/0.8	46.4/7.0	-/-
k-Wert	1.9 · 10 ⁻⁷	8.9 · 10 ⁻⁷	-	-	-	-	-
Bodengruppe	SU*	SU*			SU*	SU*	
Reibungswinkel	32.5	33.4	29.5	28.6	35.3	32.8	31.2
Kornkennzahl	1342	1243	1540	2431	1244	1270	1351

Bemerkungen:
 Hanglehm
 Geschiebemergel
 Molasseschluff
 Hanglehm
 Geschiebemergel
 Molassesand

Aueablagerung

AZ: 2001011GEO
 Anlage: 3.5

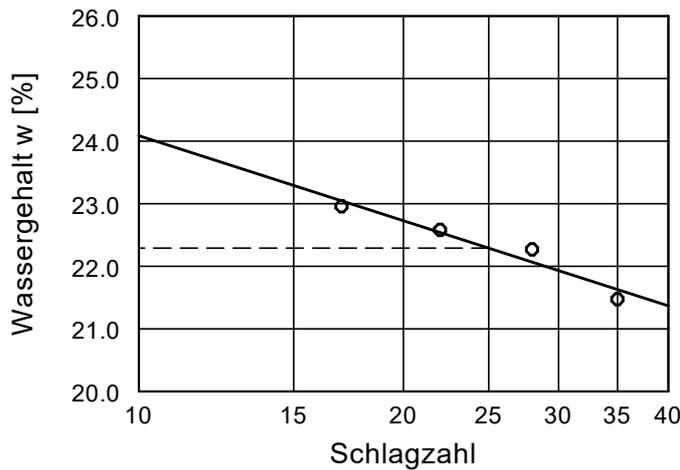
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Standssicherheit Andelshofer Weiher Überlingen

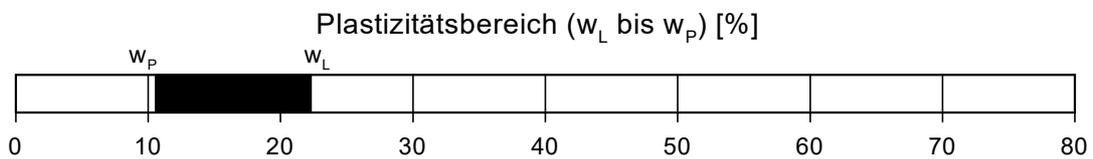
Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 16.06.2021

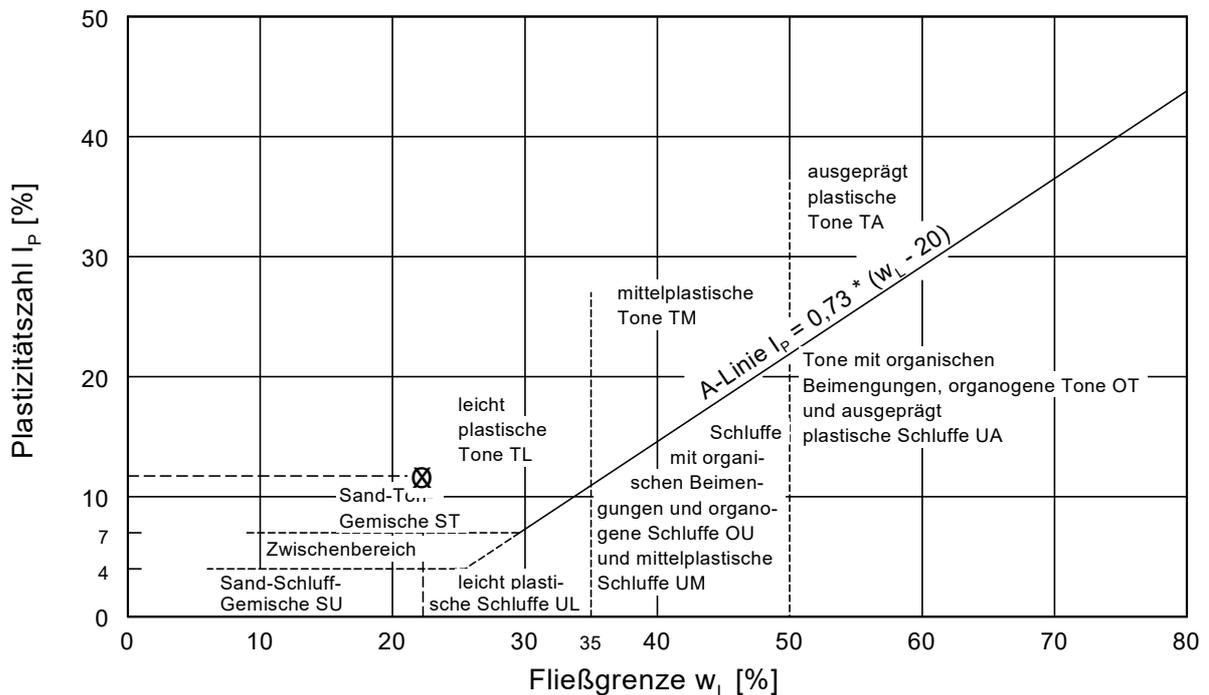
Prüfungsnummer: 2001011-Wfa01
 Entnahmestelle: BK1/21
 Tiefe: 3.0 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Dammschüttung
 Probe entnommen am: 01.06.2021



Wassergehalt w =	8.5 %
Fließgrenze w_L =	22.3 %
Ausrollgrenze w_P =	10.6 %
Plastizitätszahl I_p =	11.7 %
Konsistenzzahl I_C =	1.18



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Standssicherheit Andelshofer Weiher Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 16.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa02

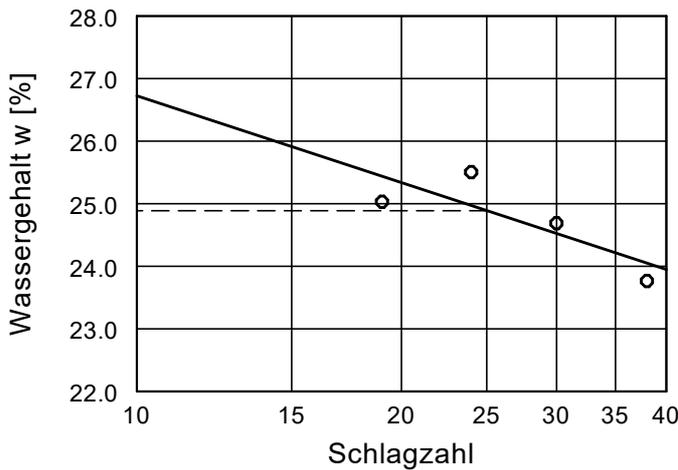
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 4.5 m

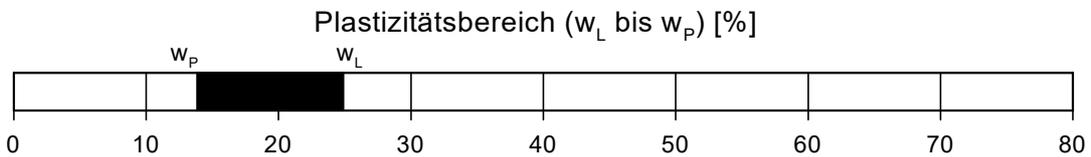
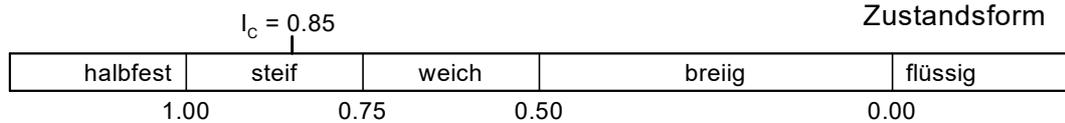
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

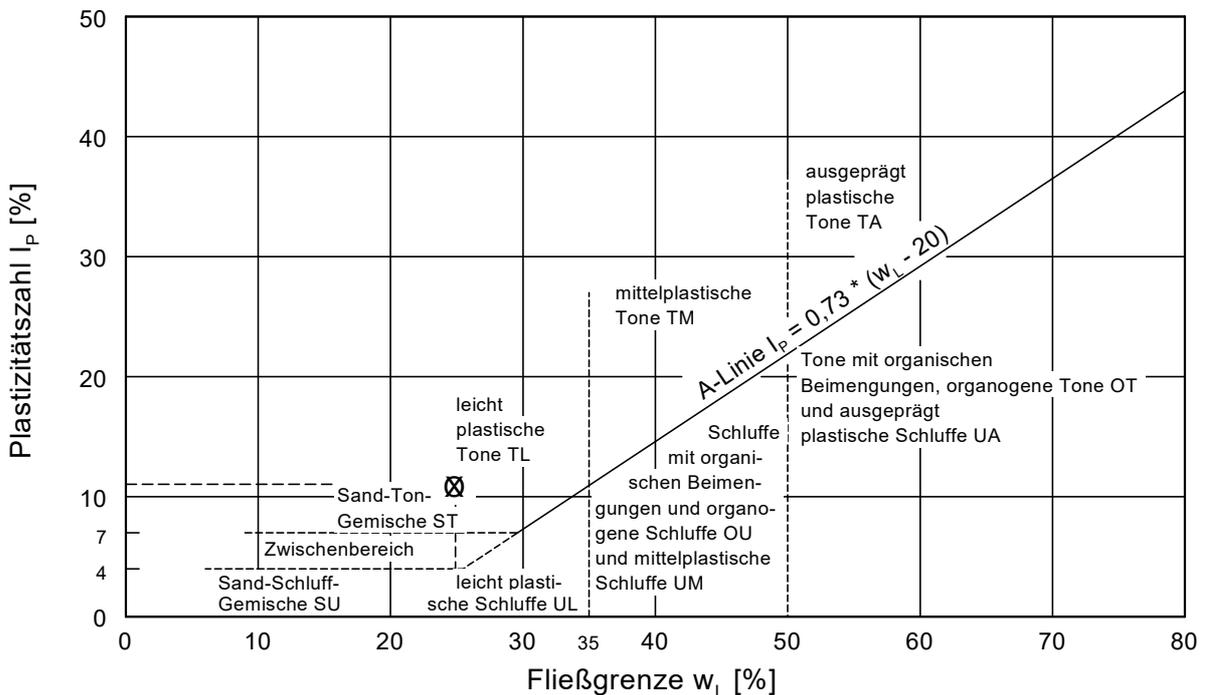
Probe entnommen am: 01.06.2021



Wassergehalt w =	15.5 %
Fließgrenze w_L =	24.9 %
Ausrollgrenze w_P =	13.8 %
Plastizitätszahl I_P =	11.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.85



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Standssicherheit Andelshofer Weiher Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 15.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa03

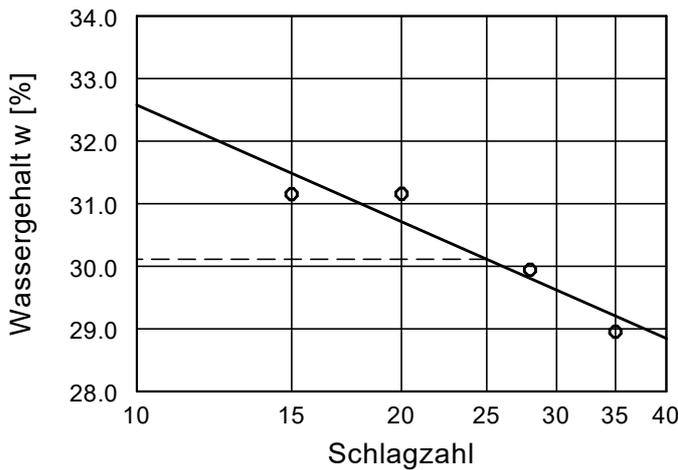
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 6 m

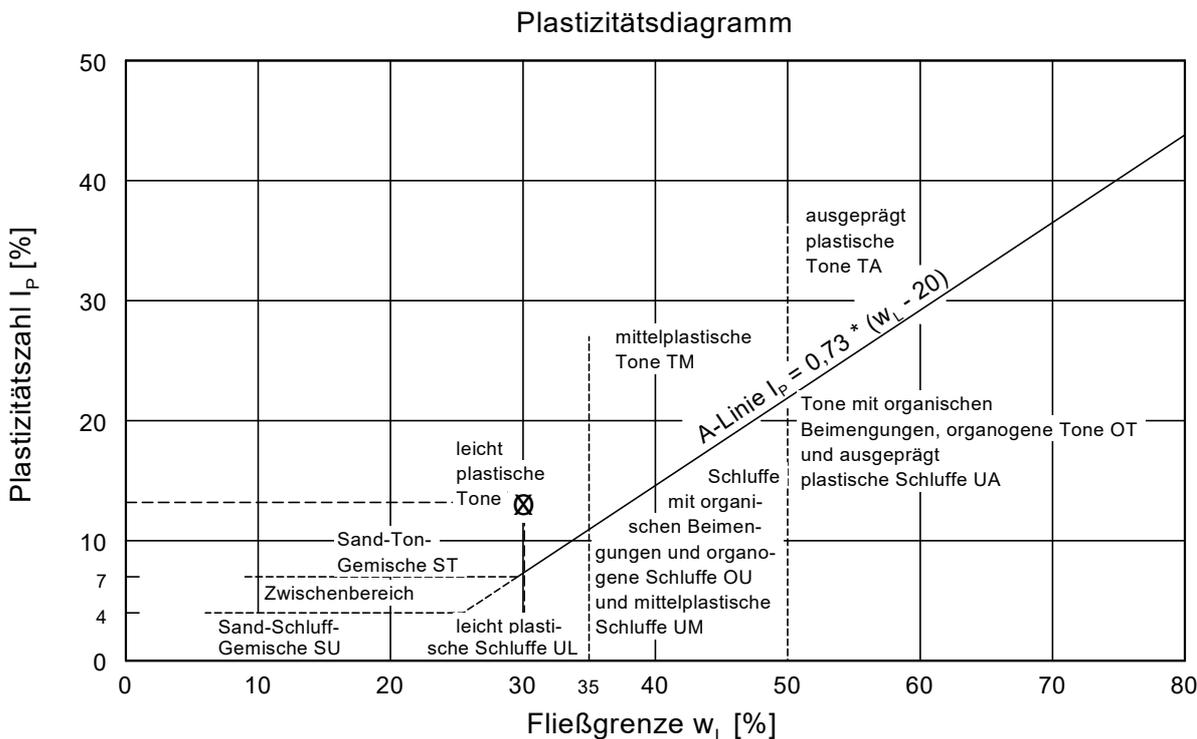
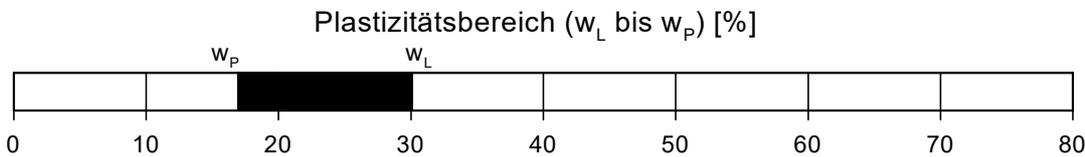
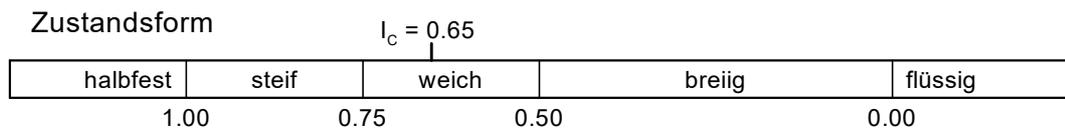
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

Probe entnommen am: 02.06.2021



Wassergehalt w =	21.5 %
Fließgrenze w_L =	30.1 %
Ausrollgrenze w_P =	16.9 %
Plastizitätszahl I_P =	13.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.65



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Standssicherheit Andelshofer Weiher Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 15.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa04

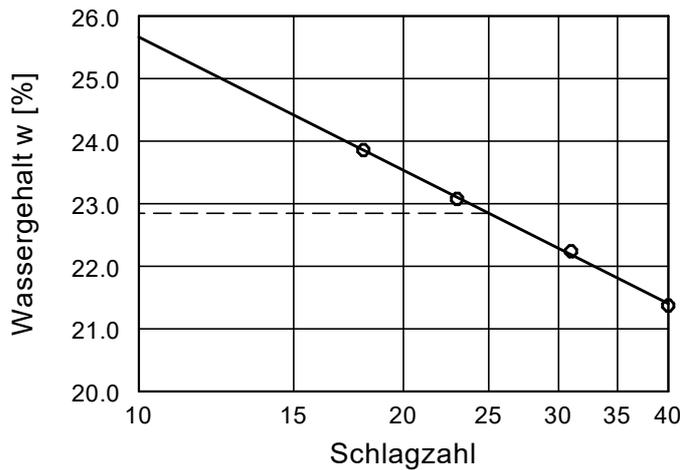
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 7 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Hanglehm

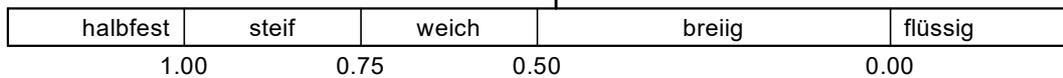
Probe entnommen am: 02.06.2021



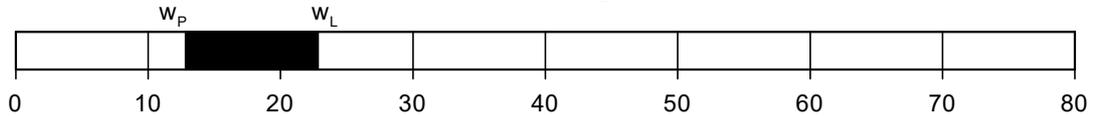
Wassergehalt $w = 18.1\%$
 Fließgrenze $w_L = 22.8\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.8\%$
 Plastizitätszahl $I_P = 10.0$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.47$

Zustandsform

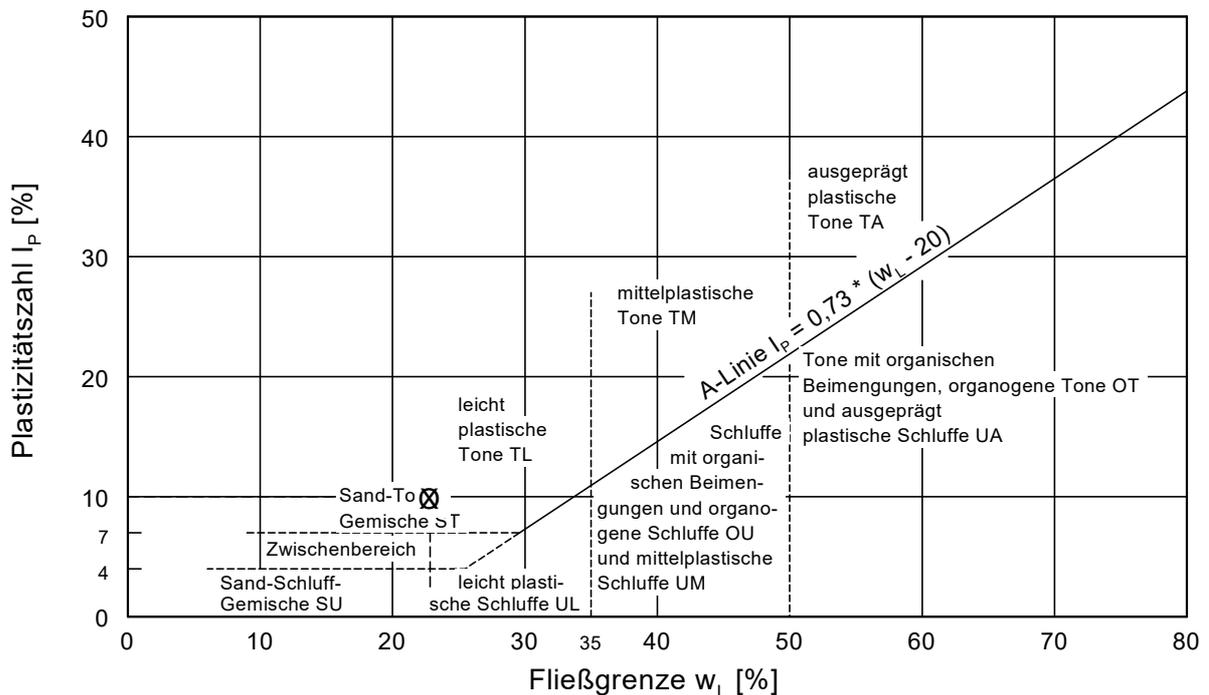
$I_C = 0.47$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Standssicherheit Andelshofer Weiher Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 16.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa05

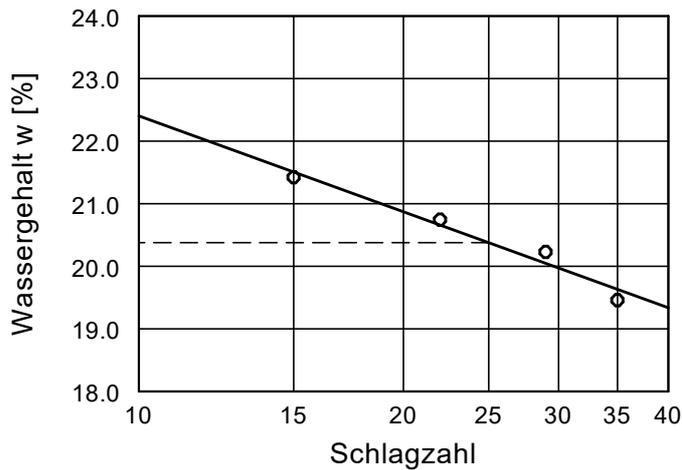
Entnahmestelle: BK2/21

Tiefe: 2 m

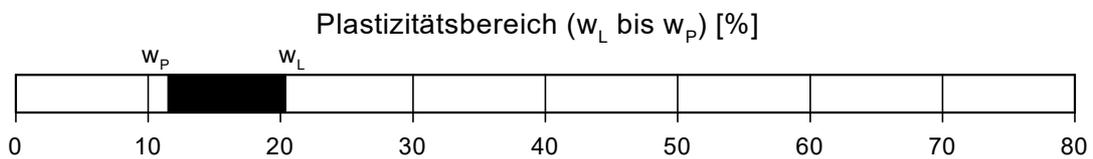
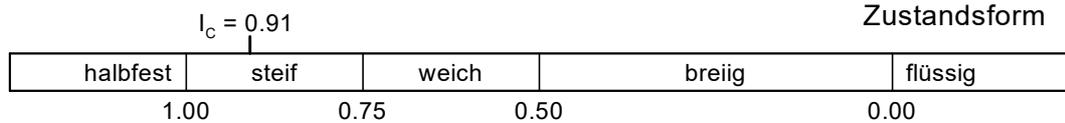
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

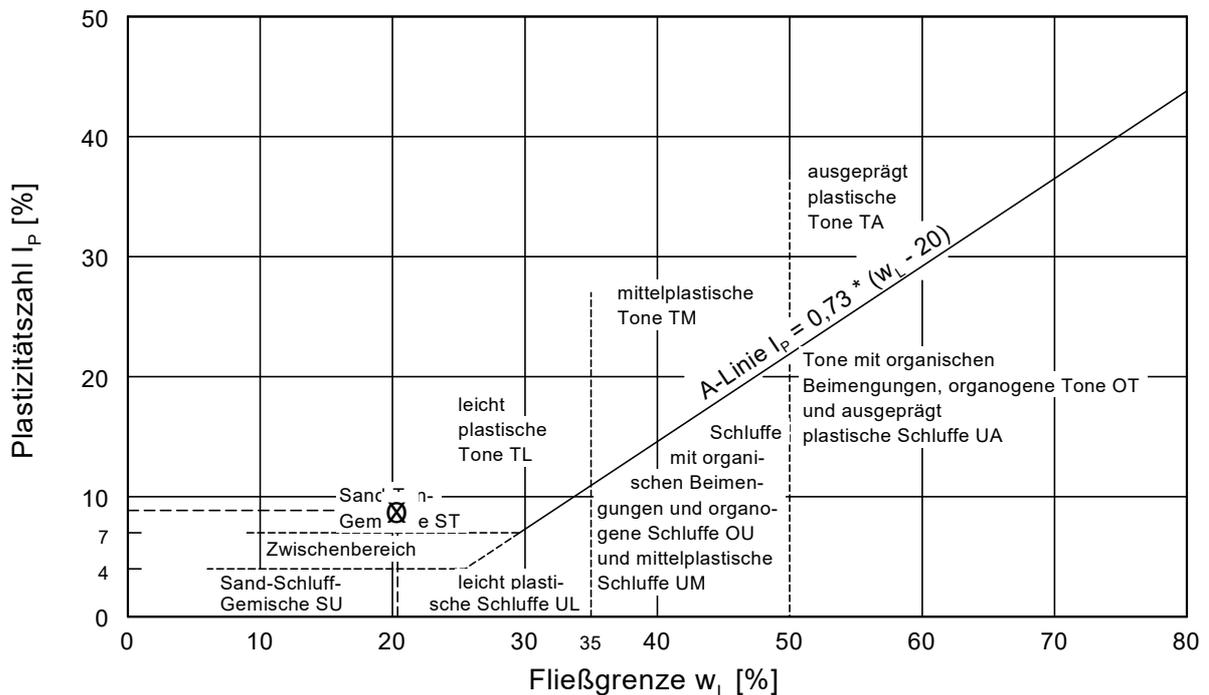
Probe entnommen am: 01-02.06.2021



Wassergehalt $w = 12.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 20.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 11.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 8.9$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.91$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Andelshofer Weiher Überlingen

Bearbeiter: Kü/ZM

Datum: 10.09.2020

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa1

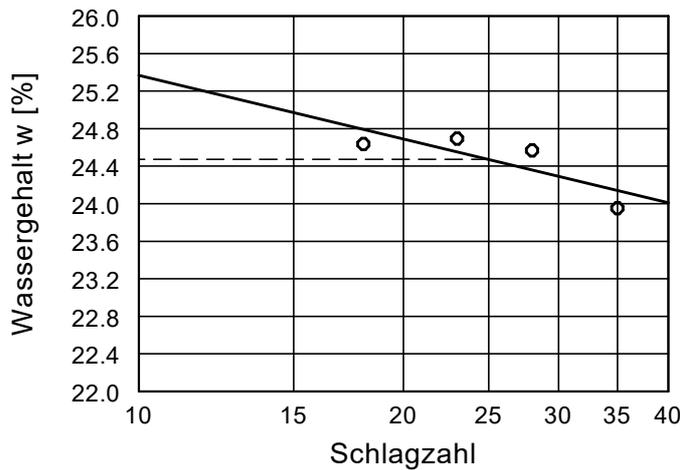
Entnahmestelle: BK1/20

Tiefe: 4,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

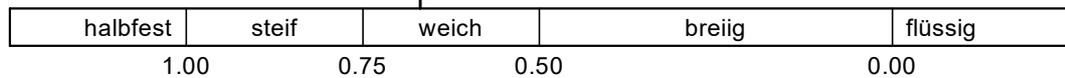
Probe entnommen am: 24.08.2020



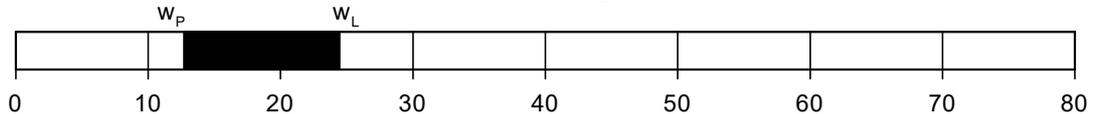
Wassergehalt w =	16.6 %
Fließgrenze w_L =	24.5 %
Ausrollgrenze w_P =	12.7 %
Plastizitätszahl I_P =	11.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.67

Zustandsform

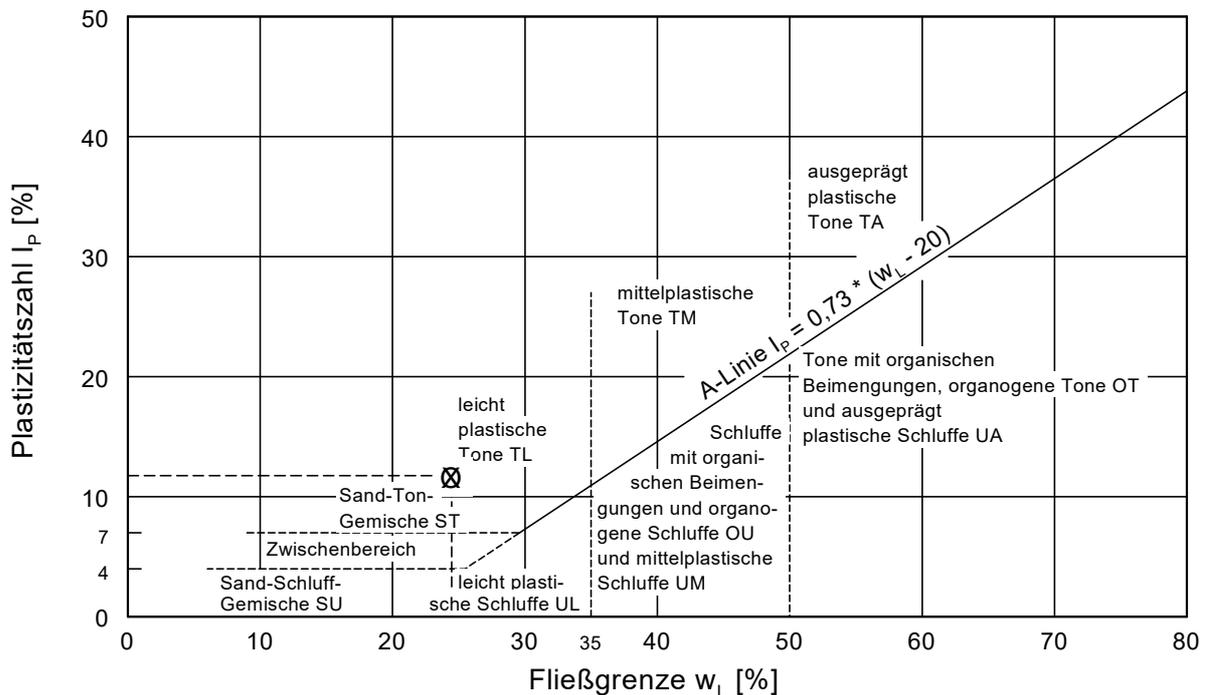
$I_C = 0.67$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Andelshofer Weiher
 Überlingen

Bearbeiter: Kü/ZM

Datum: 10.09.2020

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa2

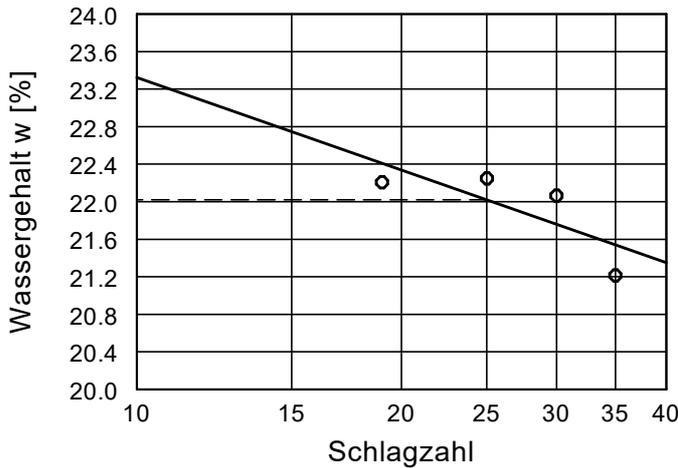
Entnahmestelle: BK2/20

Tiefe: 3,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

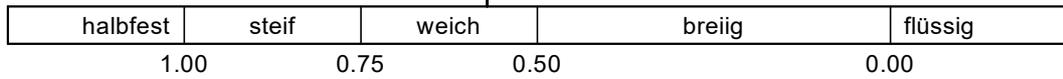
Probe entnommen am: 25.08.2020



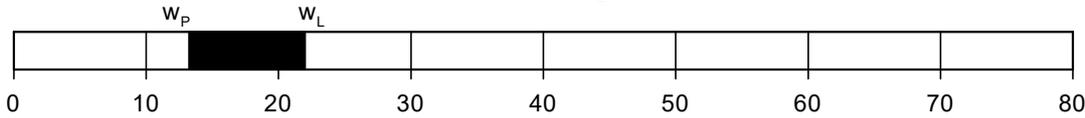
Wassergehalt w =	17.0 %
Fließgrenze w_L =	22.0 %
Ausrollgrenze w_P =	13.2 %
Plastizitätszahl I_P =	8.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.57

Zustandsform

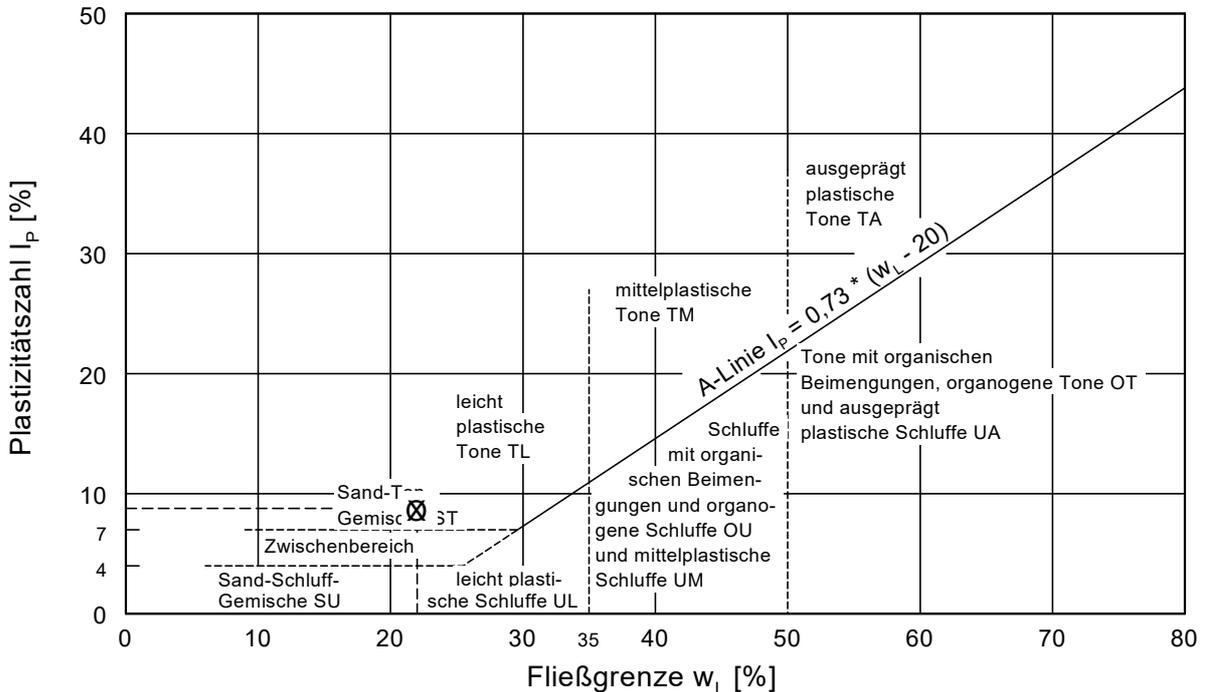
$I_C = 0.57$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Andelshofer Weiher
 Überlingen

Bearbeiter: Kü/ZM

Datum: 14.09.2020

Prüfungsnummer: 2001011-Wfa3

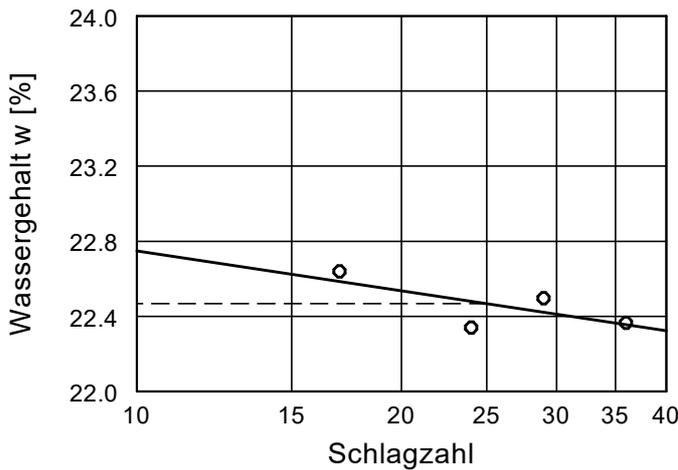
Entnahmestelle: BK3/20

Tiefe: 3,0 m

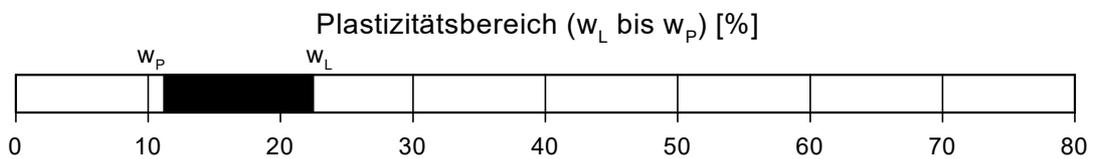
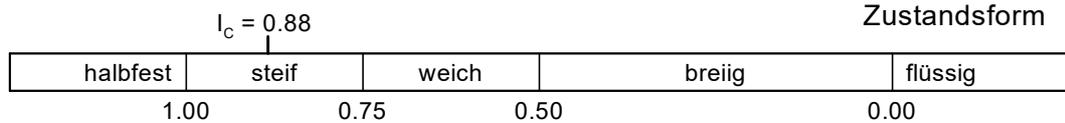
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Dammschüttung

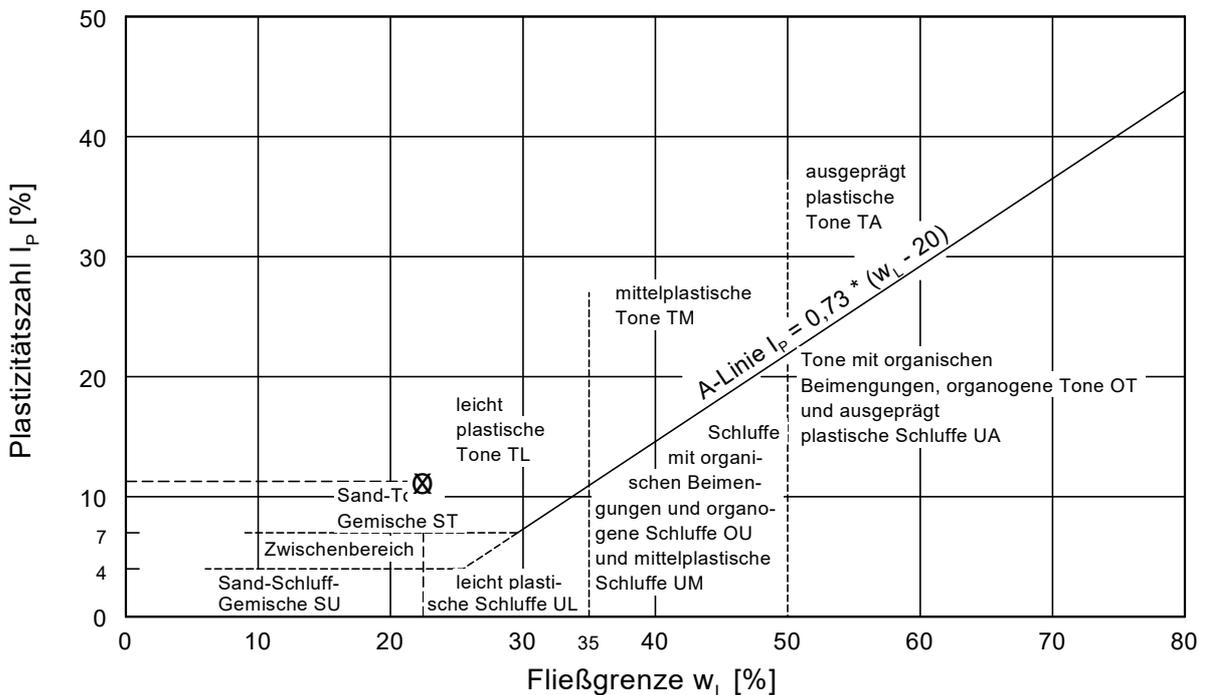
Probe entnommen am: 25.08.2020



Wassergehalt w =	12.5 %
Fließgrenze w_L =	22.5 %
Ausrollgrenze w_P =	11.2 %
Plastizitätszahl I_P =	11.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.88



Plastizitätsdiagramm





Laboratoriumsbefund Nr.

AZ2001011GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Standsicherheit Andelshofer Weiher - Überlingen

Entnahmestelle: BK1/21

Datum: 11.06.2021

Sachbearbeiter: Kü/EA

Entnahmestelle		BK1/21	BK1/21
Tiefe	m	3	6
Bodenart		Dammschüttung	Dammschüttung
nat. Wassergehalt	%	8,7	21,5
Feuchtraumwichte	kN/m³	21,56	19,97
Trockenraumwichte	kN/m³	19,83	16,44
Auftriebsraumwichte	kN/m³	12,43	10,30
Kornwichte¹	kN/m³	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,260	0,387
Sättigungszahl	%	66,3	91,4

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.

AZ2001011GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Standsicherheit Andelshofer Weiher - Überlingen

Entnahmestelle: BK1/21

Datum: 11.06.2021

Sachbearbeiter: Kü/EA

Entnahmestelle		BK1/21	
Tiefe	m	7	
Bodenart		Hanglehm	
nat. Wassergehalt	%	18,1	
Feuchtraumwichte	kN/m³	20,82	
Trockenraumwichte	kN/m³	17,63	
Auftriebsraumwichte	kN/m³	11,05	
Kornwichte¹	kN/m³	26,8	
Porenanteil	n	0,342	
Sättigungszahl	%	93,3	

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.

AZ2001011GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Standsicherheit Andelshofer Weiher - Überlingen

Entnahmestelle: BK2/21- BK3/21

Datum: 11.06.2021

Sachbearbeiter: Kü/EA

Entnahmestelle		BK2/21	BK3/21
Tiefe	m	2	3
Bodenart		Dammschüttung	Aueablagerung
nat. Wassergehalt	%	12,3	27,9
Feuchtraumwichte	kN/m ³	22,41	19,15
Trockenraumwichte	kN/m ³	19,96	14,98
Auftriebsraumwichte	kN/m ³	12,51	9,39
Kornwichte ¹	kN/m ³	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,255	0,441
Sättigungszahl	%	96,1	94,7

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.

AZ 2001011GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Andelshofer Weiher Überlingen

Entnahmestelle: **BK1/20,BK2/20**

Datum: 09.09.2020

Sachbearbeiter: Kü/ZM

Entnahmestelle		BK1/20	BK2/20
Tiefe	m	4,0	3,0
Bodenart		Dammschüttung	Dammschüttung
nat. Wassergehalt	%	16,6	17,0
Feuchtraumwichte	kN/m³	21,86	21,78
Trockenraumwichte	kN/m³	18,75	18,62
Auftriebsraumwichte	kN/m³	11,75	11,67
Kornwichte¹	kN/m³	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,300	0,305
Sättigungszahl	%	103,6	103,7

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.

AZ 2001011GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Andelshofer Weiher Überlingen

Entnahmestelle: **BK3/20**

Datum: 09.09.2020

Sachbearbeiter: Kü/ZM

Entnahmestelle		BK3/20	
Tiefe	m	3,0	
Bodenart		Dammschüttung	
nat. Wassergehalt	%	12,5	
Feuchtraumwichte	kN/m³	22,13	
Trockenraumwichte	kN/m³	19,67	
Auftriebsraumwichte	kN/m³	12,33	
Kornwichte¹	kN/m³	26,8	
Porenanteil	n	0,266	
Sättigungszahl	%	92,4	

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!

Scherversuch nach DIN 18137

Standsicherheit

Andelshofer Weiher - Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 18-22.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Scher.01

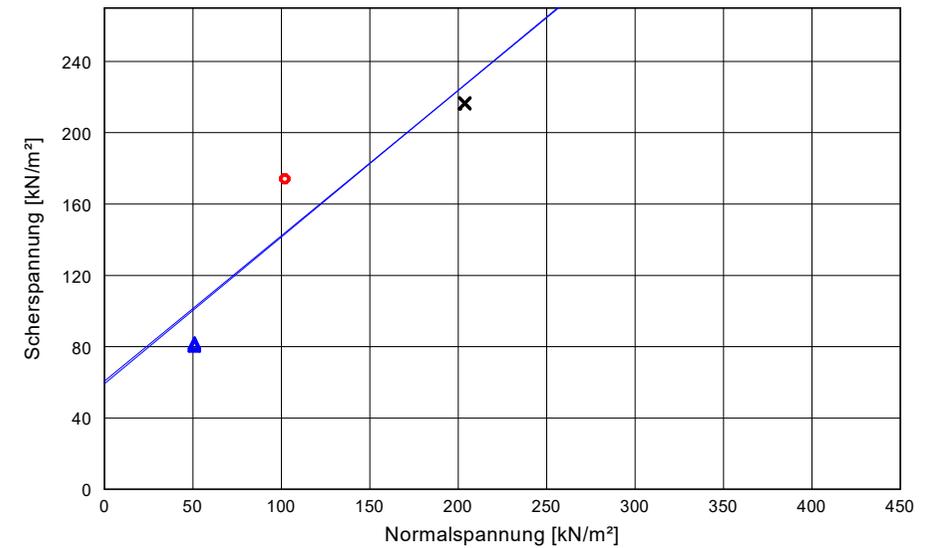
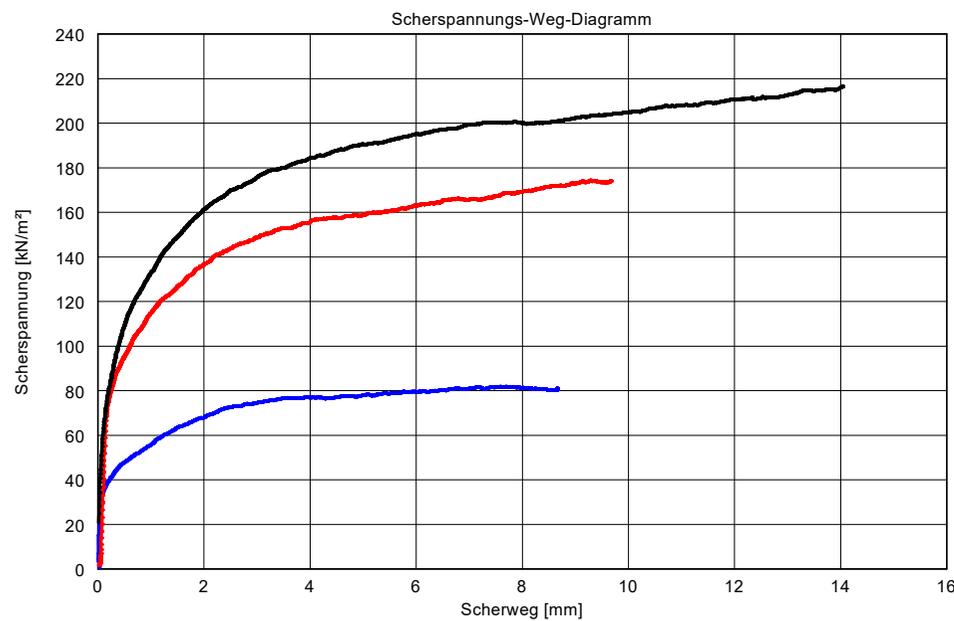
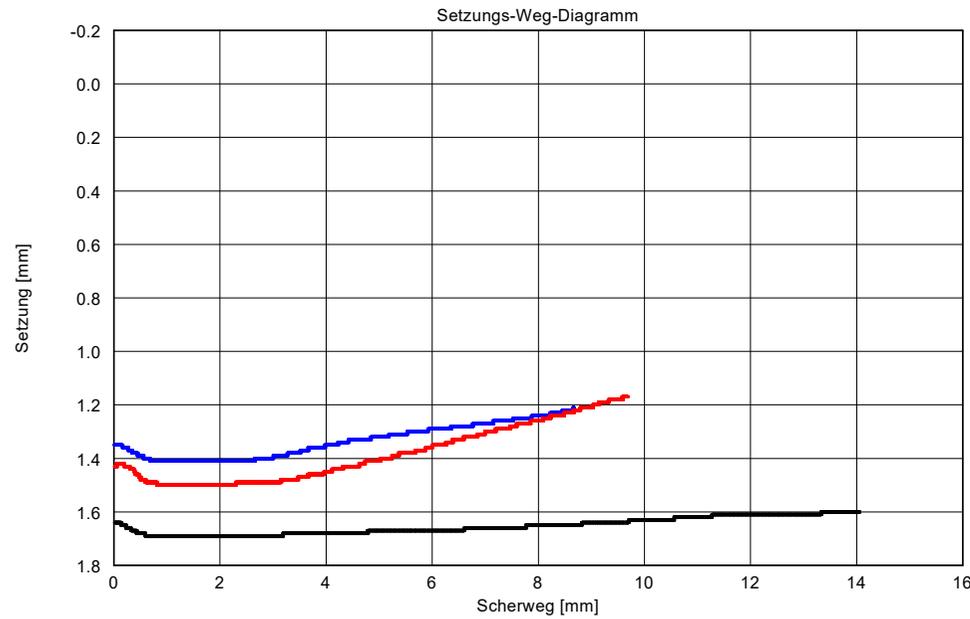
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 1.1- 1.3 m

Bodenart: Dammschüttung

Art der Entnahme: Sonderprobe

Probe entnommen am: 02.06.2021



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m²]	50.9	101.9	203.7
Scherspannung [kN/m²](B/G)	81.9 / 80.6	174.3 / 174.1	216.6 / 216.6
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04
Konsolidierungsspannung [kN/m²]	50,9	101,86	203,72
w (vorher) [%]	8.9	8.9	8.9
w (nachher) [%]		12.1	11.3

Reibungswinkel (B/G) = 39.2 / 39.4 Grad
 Kohäsion (B/G) = 60.7 / 59.3 kN/m²
 Korrelation r (B/G) = 0.921 / 0.920

Scherversuch nach DIN 18137

Standsicherheit

Andelshofer Weiher - Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 15-17.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Scher.02

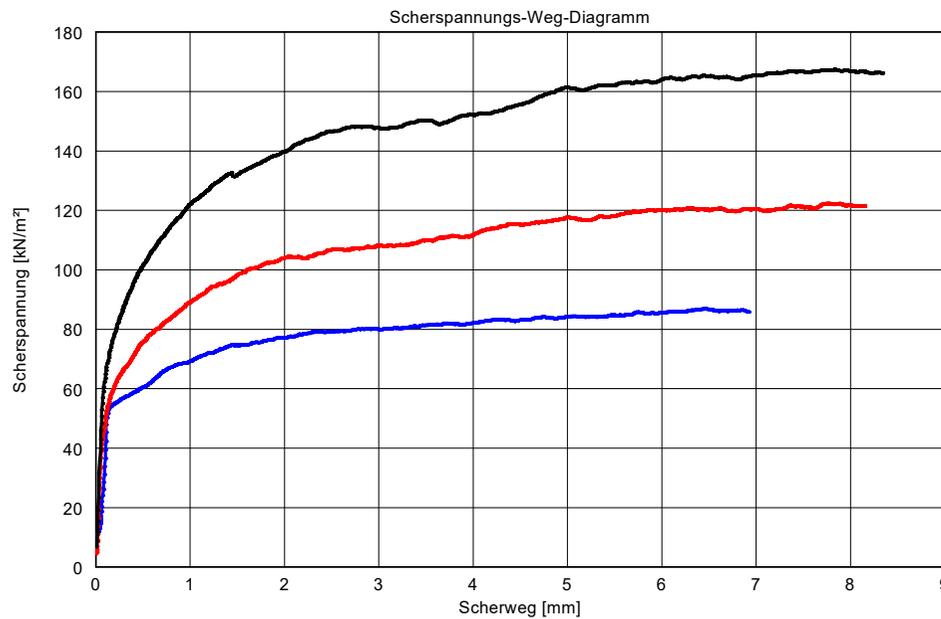
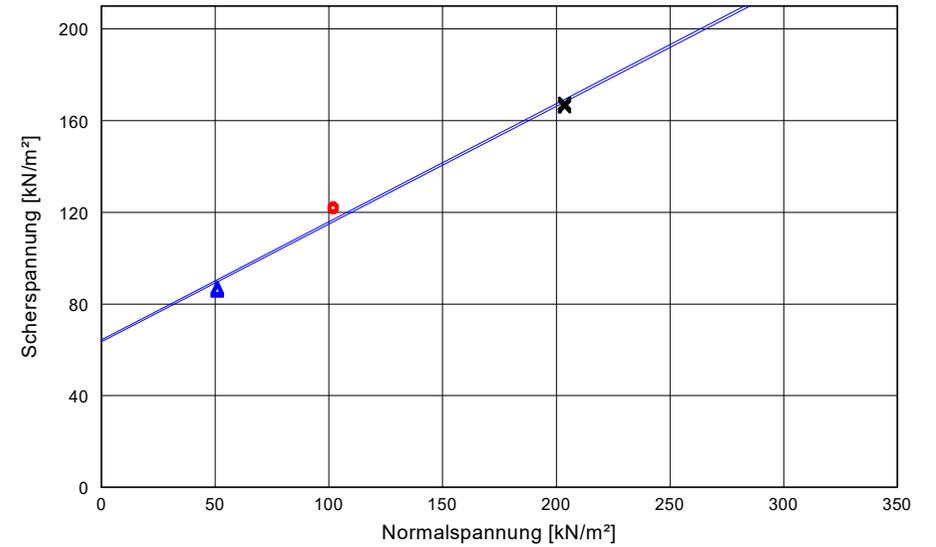
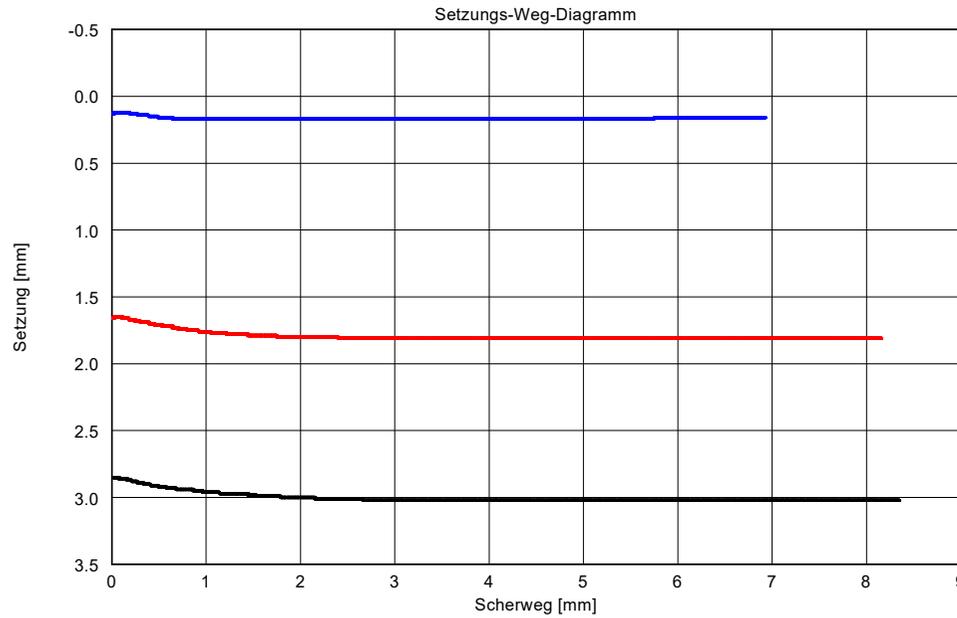
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 4.1- 4.3 m

Bodenart: Dammschüttung

Art der Entnahme: Sonderprobe

Probe entnommen am: 02.06.2021



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m ²]	50.9	101.9	203.7
Scherspannung [kN/m ²](B/G)	87.0 / 85.8	122.4 / 121.5	167.4 / 166.2
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04
Konsolidierungsspannung [kN/m ²]	50,9	101,86	203,72
w (vorher) [%]	15.68	15.68	15.68
w (nachher) [%]	16.28	15.88	15.53

Reibungswinkel (B/G) = 27.2 / 27.2 Grad
 Kohäsion (B/G) = 64.4 / 63.5 kN/m²
 Korrelation r (B/G) = 0.993 / 0.992

Scherversuch nach DIN 18137

Standsicherheit

Andelshofer Weiher - Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 10-14.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Scher.03

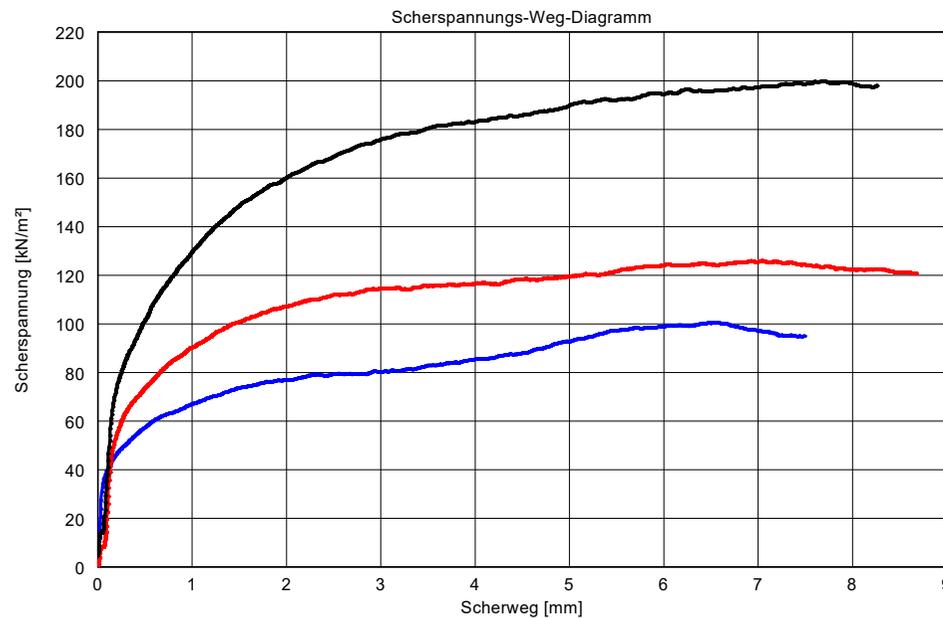
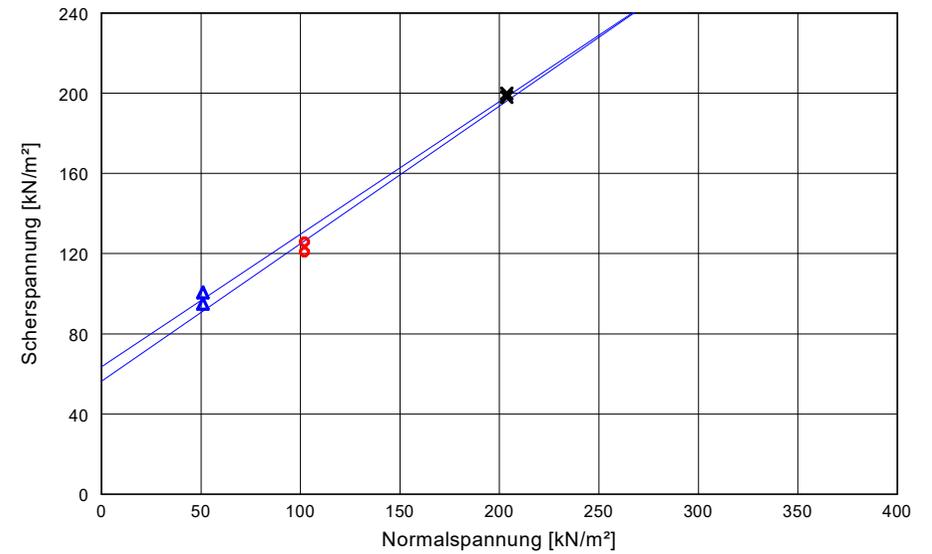
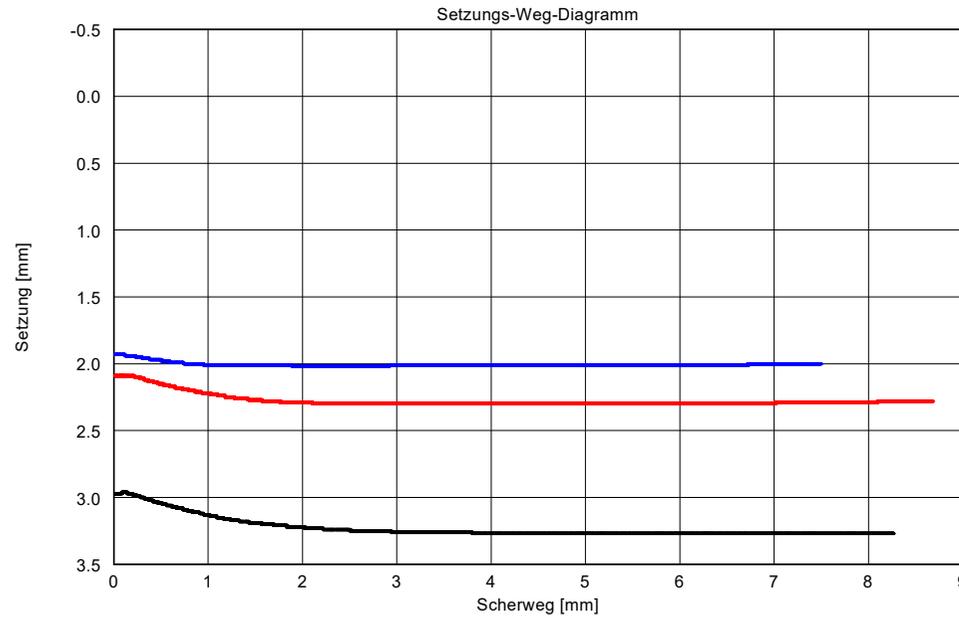
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 7.4- 7.6 m

Bodenart: Hanglehm

Art der Entnahme: Sonderprobe

Probe entnommen am: 02.06.2021



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m ²]	50.9	101.9	203.7
Scherspannung [kN/m ²](B/G)	100.6 / 95.0	125.9 / 120.8	199.9 / 198.0
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04
Konsolidierungsspannung [kN/m ²]	50,9	101,86	203,72
w (vorher) [%]	19.88	19.88	19.88
w (nachher) [%]	18.2	16.4	18.08

Reibungswinkel (B/G) = 33.5 / 34.5 Grad
 Kohäsion (B/G) = 63.6 / 56.4 kN/m²
 Korrelation r (B/G) = 0.996 / 0.996

Scherversuch nach DIN 18137

Standsicherheit

Andelshofer Weiher - Überlingen

Bearbeiter: Kü/EA

Datum: 24-28.06.2021

Prüfungsnummer: 2001011-Scher.01

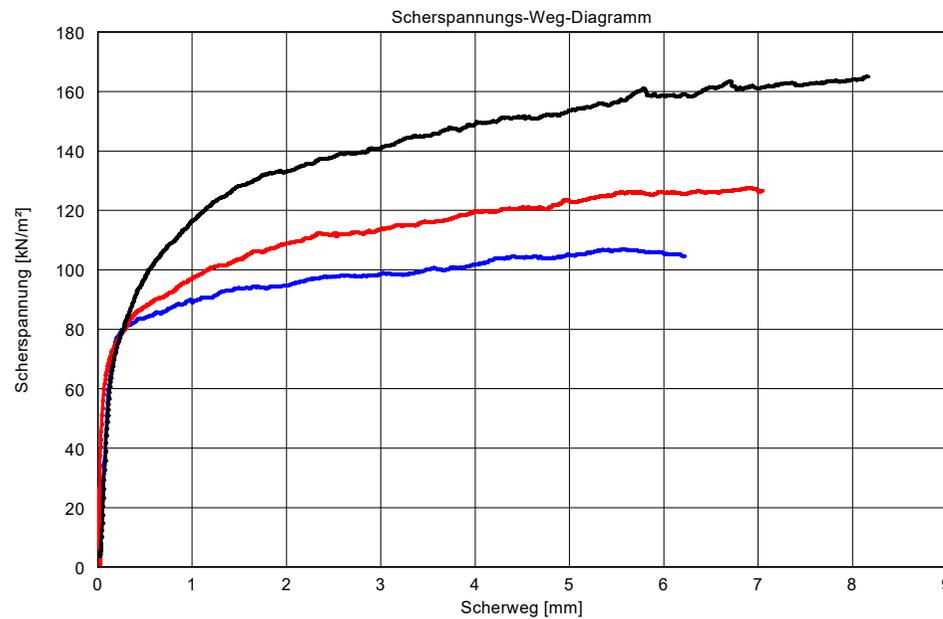
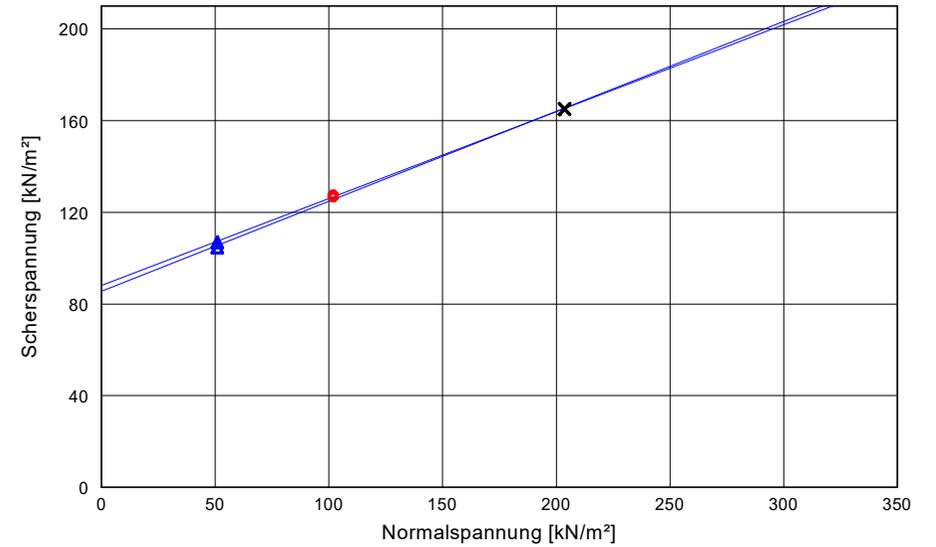
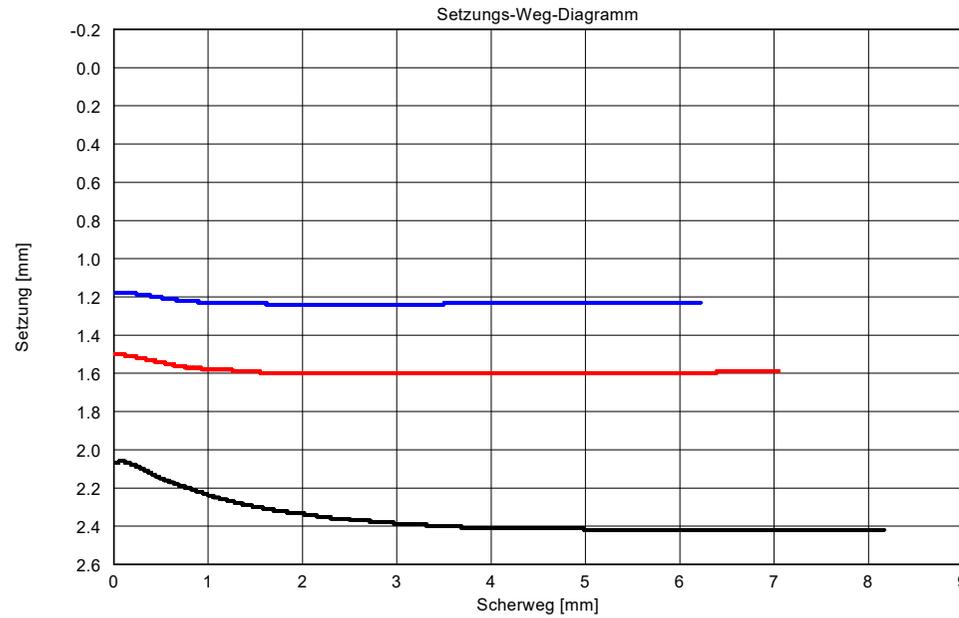
Entnahmestelle: BK1/21

Tiefe: 8.10-8.60 m

Bodenart: Hanglehm

Art der Entnahme: Sonderprobe

Probe entnommen am: 02.06.2021



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m²]	50.9	101.9	203.7
Scherspannung [kN/m²](B/G)	106.8 / 104.7	127.6 / 126.7	165.0 / 165.0
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,04	0,04	0,04
Konsolidierungsspannung [kN/m²]	50,9	101,86	203,72
w (vorher) [%]	23.53	23.53	23.53
w (nachher) [%]	26.93	21.66	

Reibungswinkel (B/G) = 20.8 / 21.4 Grad
 Kohäsion (B/G) = 88.1 / 85.5 kN/m²
 Korrelation r (B/G) = 1.000 / 0.999

Sickerversuch im Bohrloch

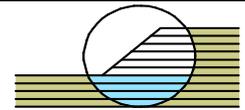
BK1/20

Anlage 3.23

Projekt: Speicherkraftwerk Andelshofer Weicher Überlingen

Projekt-Nr.: 2001011

Vorgang Nr.: 254128



Prinzipiskizze Randbedingungen

	Datum:	27.08.2020	
	Durchführung:	Schön	
	Geologische Formation:		
	Tiefe:	[m]	12,00
	Radius:	[m]	0,08
	Freie Bohrlochstrecke:	[m]	10,00
	Eingefüllte Wasserm.:	[l]	
	Wasserstand bei t ₀ :	[m u. GOK]	0,00
	Anfangswasserstand:	[m ü. Sohle]	12,00
	Endwasserstand:	[m ü. Sohle]	8,720

Versuchsdurchführung

Zeit [s]	Wasserstand [m üSohle]	Auswertung für L>10r	
		nach t _(x) -t ₍₀₎ k _f [m/s]	nach t ₍₂₎ -t ₍₁₎ k _f [m/s]
60	11,75	4,83E-07	4,83E-07
120	11,46	5,28E-07	5,73E-07
180	11,29	4,66E-07	3,43E-07
240	11,05	4,73E-07	4,93E-07
300	10,99	4,03E-07	1,25E-07
420	10,79	3,48E-07	2,11E-07
600	10,58	2,89E-07	1,50E-07
720	10,41	2,72E-07	1,86E-07
960	10,19	2,34E-07	1,22E-07
1200	10,01	2,08E-07	1,02E-07
1500	9,89	1,77E-07	5,53E-08
1800	9,74	1,60E-07	7,01E-08
2400	9,57	1,30E-07	4,04E-08
3000	9,41	1,12E-07	3,87E-08
3600	9,28	9,83E-08	3,19E-08
4800	9,10	7,93E-08	2,25E-08
6000	8,98	6,65E-08	1,52E-08
7200	8,87	5,78E-08	1,41E-08
9000	8,72	4,88E-08	1,30E-08
Durchschnitt		2,44E-07	1,63E-07

Sickerversuch im Bohrloch

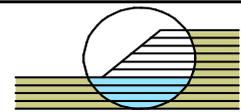
BK2/20

Anlage 3.24

Projekt: Speicherkraftwerk Andelshofer Weicher Überlingen

Projekt-Nr.: 2001011

Vorgang Nr.: 254128



Prinzipskizze Randbedingungen

	Datum:	28.08.2020	
	Durchführung:	Schön	
	Geologische Formation:		
	Tiefe:	[m]	12,00
	Radius:	[m]	0,08
	Freie Bohrlochstrecke:	[m]	10,00
	Eingefüllte Wasserm.:	[l]	
	Wasserstand bei t_0 :	[m u. GOK]	0,00
	Anfangswasserstand:	[m ü. Sohle]	12,00
	Endwasserstand:	[m ü. Sohle]	9,130

Versuchsdurchführung

Zeit	Wasserstand	Auswertung für $L > 10r$	
		nach $t_{(x)} - t_{(0)}$	nach $t_{(2)} - t_{(1)}$
[s]	[m üSohle]	k_f [m/s]	k_f [m/s]
60	11,60	7,78E-07	7,78E-07
120	11,30	6,89E-07	6,01E-07
180	10,90	7,35E-07	8,27E-07
240	10,55	7,38E-07	7,49E-07
300	10,35	6,79E-07	4,39E-07
420	10,10	5,65E-07	2,80E-07
600	9,65	5,00E-07	3,48E-07
720	9,56	4,34E-07	1,07E-07
840	9,49	3,84E-07	8,43E-08
960	9,44	3,44E-07	6,06E-08
1200	9,34	2,87E-07	6,11E-08
1500	9,31	2,33E-07	1,48E-08
1800	9,29	1,96E-07	9,86E-09
2400	9,23	1,50E-07	1,49E-08
3000	9,19	1,22E-07	9,96E-09
3600	9,16	1,03E-07	7,50E-09
4200	9,14	8,92E-08	5,01E-09
4800	9,13	7,84E-08	2,51E-09
6000	9,13	6,27E-08	0,00E+00
Durchschnitt		3,77E-07	2,32E-07

Sickerversuch im Bohrloch

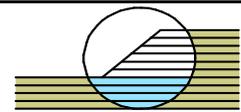
BK3/20

Anlage 3.25

Projekt: Speicherkraftwerk Andelshofer Weicher Überlingen

Projekt-Nr.: 2001011

Vorgang Nr.: 254128



Prinzipskizze Randbedingungen

	Datum:	28.08.2020	
	Durchführung:	Schön	
	Geologische Formation:		
	Tiefe:	[m]	12,00
	Radius:	[m]	0,08
	Freie Borlochstrecke:	[m]	10,00
	Eingefüllte Wasserm.:	[l]	
	Wasserstand bei t_0 :	[m u. GOK]	0,00
	Anfangswasserstand:	[m ü. Sohle]	12,00
	Endwasserstand:	[m ü. Sohle]	8,990

Versuchsdurchführung

Zeit	Wasserstand	Auswertung für $L > 10r$	
		nach $t_{(x)} - t_{(0)}$	nach $t_{(2)} - t_{(1)}$
[s]	[m üSohle]	k_f [m/s]	k_f [m/s]
60	11,50	9,76E-07	9,76E-07
120	11,38	6,08E-07	2,41E-07
180	11,25	4,93E-07	2,64E-07
240	11,17	4,11E-07	1,64E-07
300	11,04	3,82E-07	2,68E-07
420	10,85	3,30E-07	1,99E-07
600	10,68	2,67E-07	1,21E-07
720	10,59	2,39E-07	9,70E-08
960	10,40	2,05E-07	1,04E-07
1200	10,23	1,83E-07	9,45E-08
1500	10,07	1,61E-07	7,23E-08
1800	9,94	1,44E-07	5,96E-08
2400	9,73	1,20E-07	4,90E-08
3000	9,59	1,03E-07	3,32E-08
3600	9,50	8,93E-08	2,16E-08
4800	9,38	7,06E-08	1,46E-08
6000	9,25	5,97E-08	1,60E-08
7200	9,14	5,20E-08	1,37E-08
10200	8,99	3,90E-08	7,59E-09
Durchschnitt		2,60E-07	1,48E-07

Sickerversuch im Bohrloch

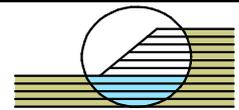
BK5/20

Anlage 3.26

Projekt: Speicherkraftwerk Andelshofer Weicher Überlingen

Projekt-Nr.: 2001011

Vorgang Nr.: 254128



Prinzipiskizze Randbedingungen

	Datum:	28.08.2020	
	Durchführung:	Schön	
	Geologische Formation:		
	Tiefe:	[m]	7,00
	Radius:	[m]	0,08
	Freie Borlochstrecke:	[m]	7,00
	Eingefüllte Wasserm.:	[l]	
	Wasserstand bei t ₀ :	[m u. GOK]	0,00
	Anfangswasserstand:	[m ü. Sohle]	7,00
	Endwasserstand:	[m ü. Sohle]	5,650

Versuchsdurchführung

Zeit [s]	Wasserstand [m üSohle]	Auswertung für L>10r	
		nach t _(x) -t ₍₀₎ k _f [m/s]	nach t ₍₂₎ -t ₍₁₎ k _f [m/s]
60	6,85	6,58E-07	6,58E-07
120	6,79	4,63E-07	2,67E-07
180	6,70	4,44E-07	4,05E-07
240	6,61	4,35E-07	4,11E-07
300	6,51	4,41E-07	4,63E-07
360	6,48	3,91E-07	1,40E-07
480	6,36	3,64E-07	2,84E-07
600	6,28	3,30E-07	1,92E-07
720	6,19	3,11E-07	2,19E-07
960	6,01	2,89E-07	2,24E-07
1200	5,95	2,47E-07	7,62E-08
1500	5,90	2,08E-07	5,13E-08
1800	5,85	1,82E-07	5,17E-08
2100	5,80	1,63E-07	5,21E-08
2400	5,76	1,48E-07	4,20E-08
3000	5,72	1,23E-07	2,12E-08
3600	5,68	1,06E-07	2,13E-08
4800	5,65	8,14E-08	8,04E-09
6000	5,65	6,51E-08	0,00E+00
Durchschnitt		2,87E-07	1,89E-07

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Standsicherheit
Andelshofer Weiher Überlingen
Fotodokumentation

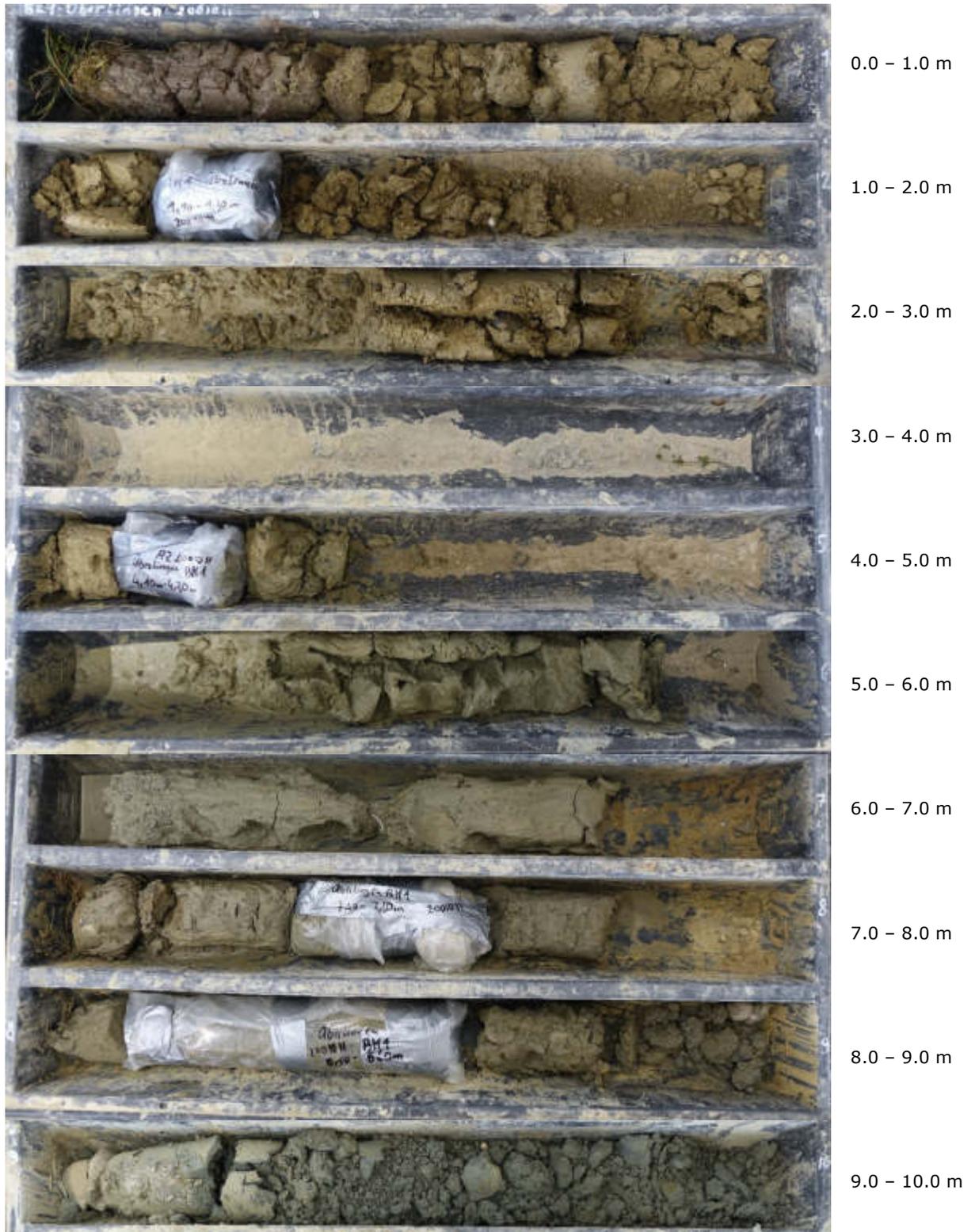
AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.1

Sachbearbeiter
LU

BK1/21: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Standsicherheit Andelshofer Weiher Überlingen Fotodokumentation	AZ 2001011GEO	Gezeichnet ZM
		Anlage Nr. 4.2	Sachbearbeiter LU

BK1/21: 10.0 – 12.0 m



10.0 – 11.0 m

11.0 – 12.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Standsicherheit Andelshofer Weiher Überlingen Fotodokumentation	AZ 2001011GEO	Gezeichnet ZM
		Anlage Nr. 4.3	Sachbearbeiter LU

BK2/21: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Standsicherheit
Andelshofer Weiher Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.4

Sachbearbeiter
LU

BK3/21: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Standsicherheit
Andelshofer Weiher Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.5

Sachbearbeiter
LU

BK4/21: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Standsicherheit
Andelshofer Weiher Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.6

Sachbearbeiter
LU

SG1/21



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Standsicherheit
Andelshofer Weiher Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.7

Sachbearbeiter
LU

SG2/21



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher
Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.8

Sachbearbeiter
LU

BK1/20: 0.0 – 12.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

6.0 – 7.0 m

7.0 – 8.0 m

8.0 – 9.0 m

9.0 – 10.0 m

10.0 – 11.0 m

11.0 – 12.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher
Überlingen
Fotodokumentation

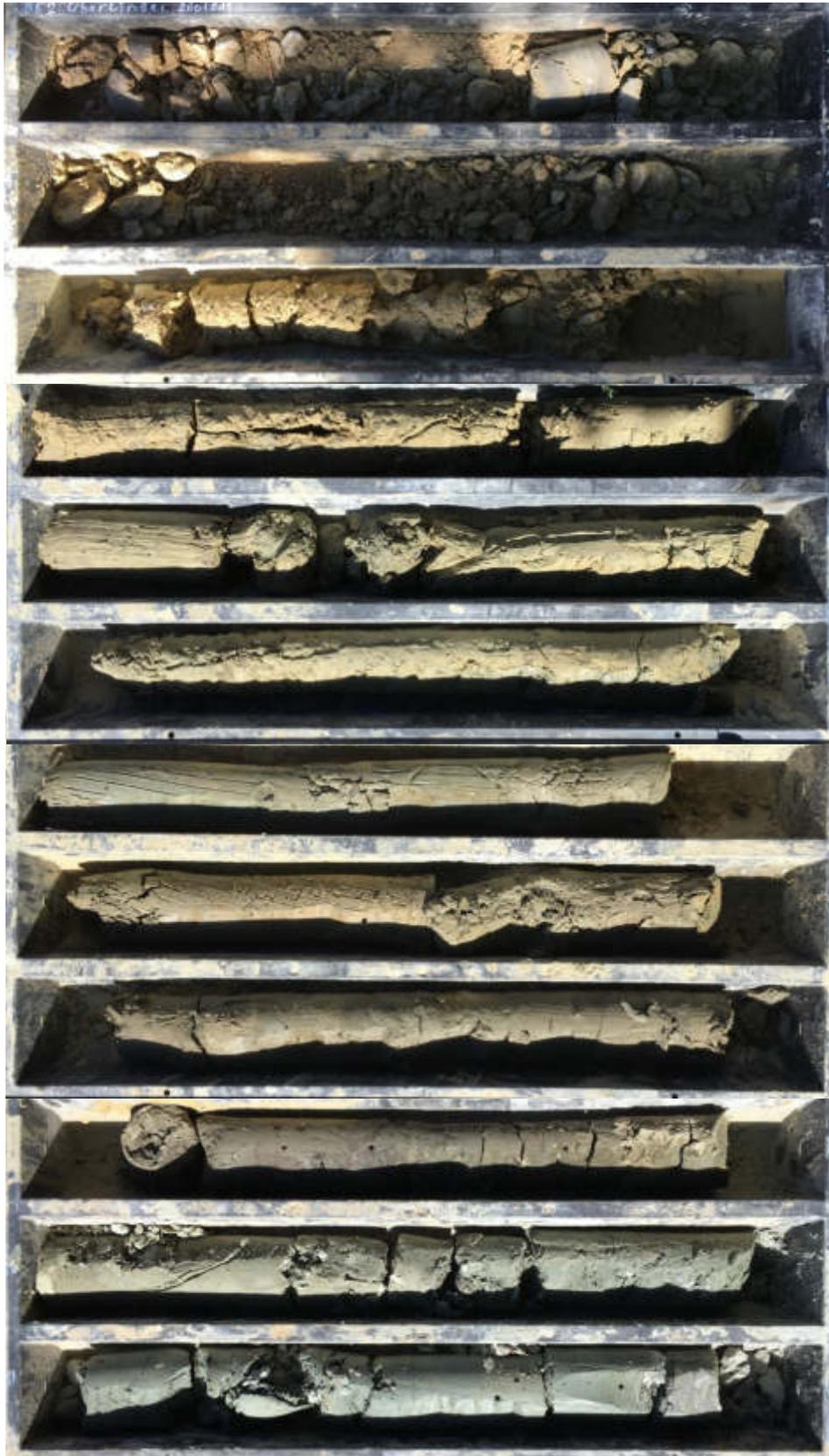
AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.9

Sachbearbeiter
LU

BK2/20: 0.0 – 12.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

6.0 – 7.0 m

7.0 – 8.0 m

8.0 – 9.0 m

9.0 – 10.0 m

10.0 – 11.0 m

11.0 – 12.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher
Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.10

Sachbearbeiter
LU

BK3/20: 0.0 – 12.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

6.0 – 7.0 m

7.0 – 8.0 m

8.0 – 9.0 m

9.0 – 10.0 m

10.0 – 11.0 m

11.0 – 12.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher
Überlingen
Fotodokumentation

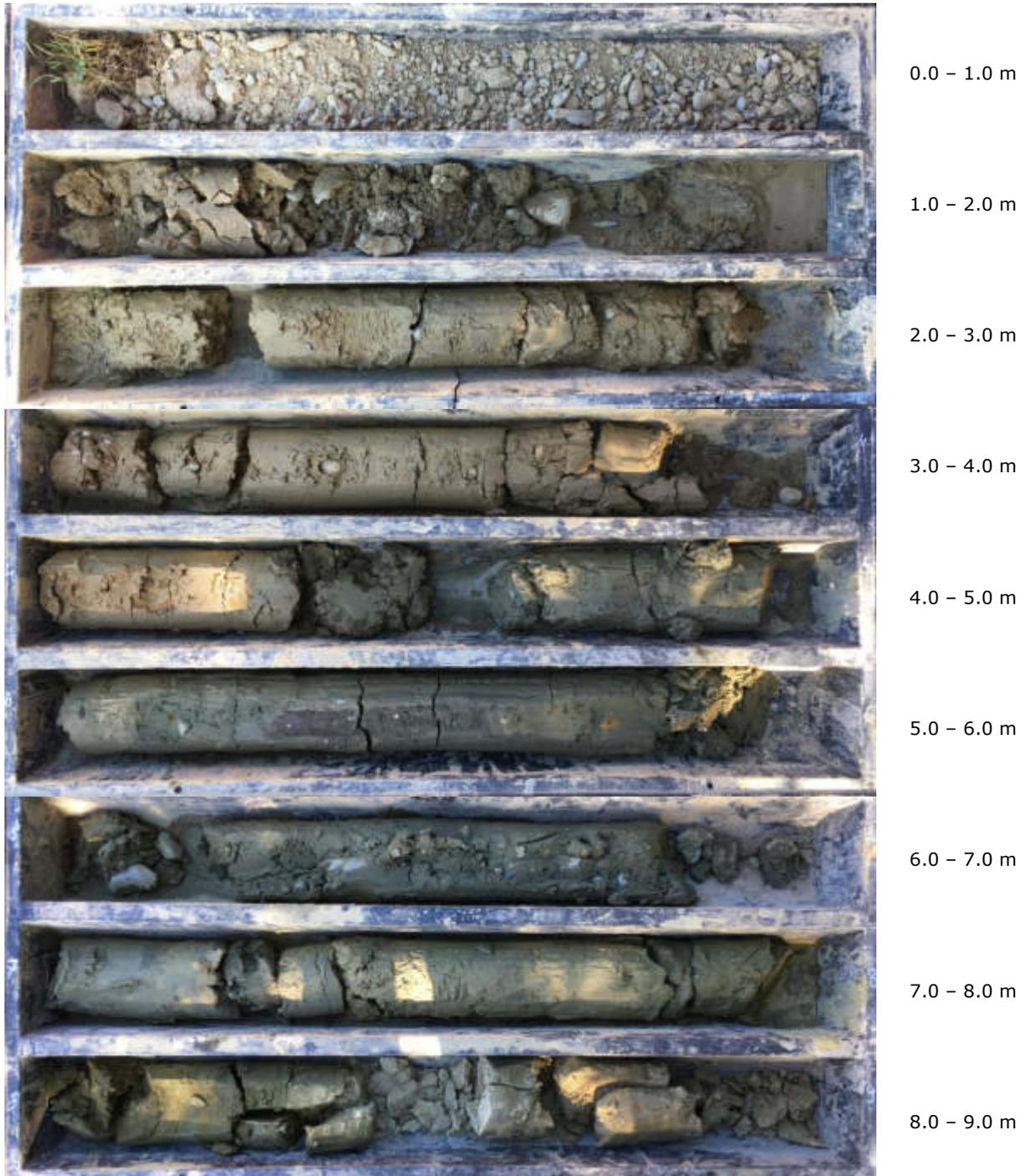
AZ
2001011GEO

Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.11

Sachbearbeiter
LU

BK4/20: 0.0 – 9.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Speicherkraftwerk
Andelshofer Weiher
Überlingen
Fotodokumentation

AZ
2001011GEO

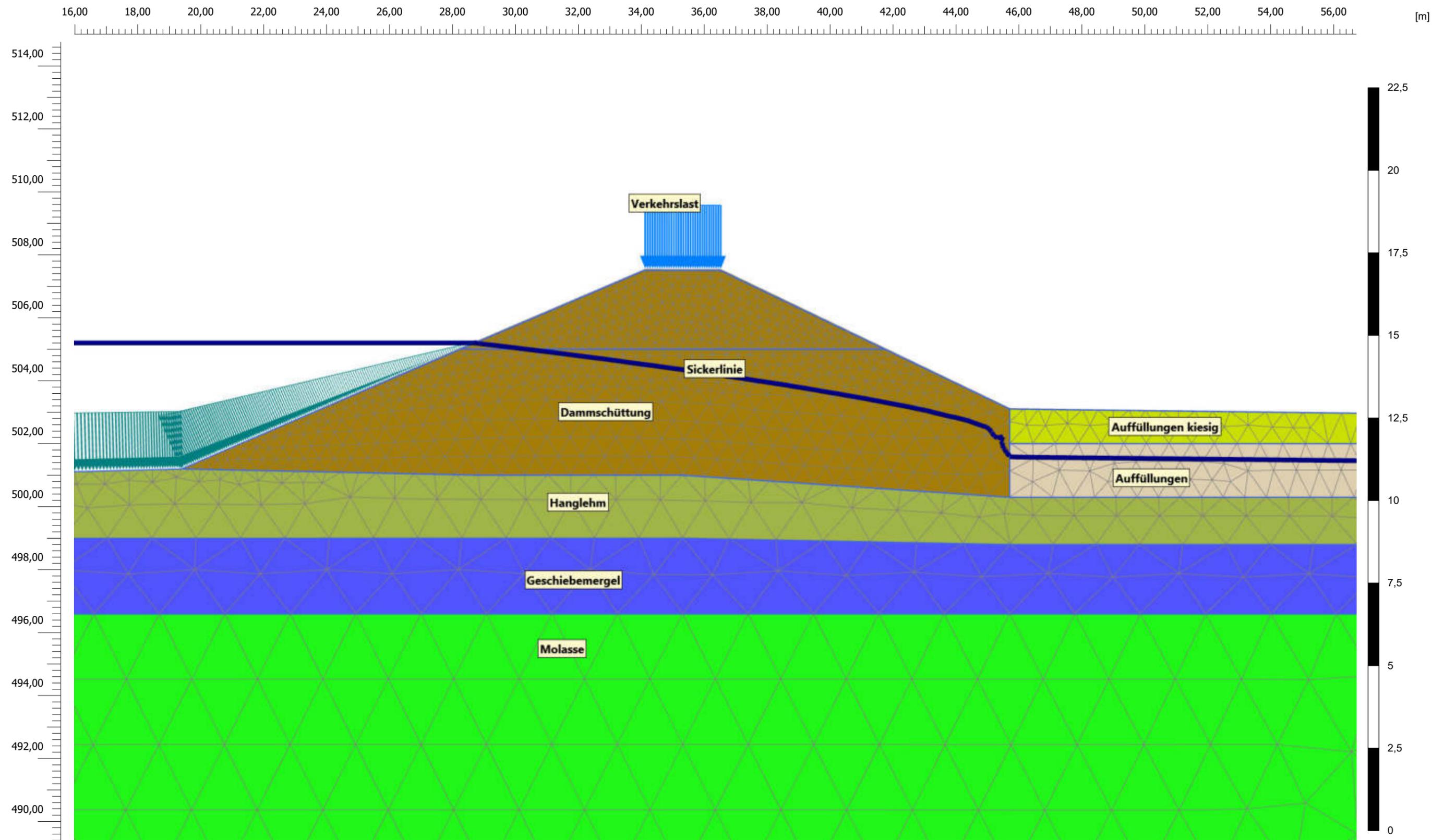
Gezeichnet
ZM

Anlage Nr.
4.12

Sachbearbeiter
LU

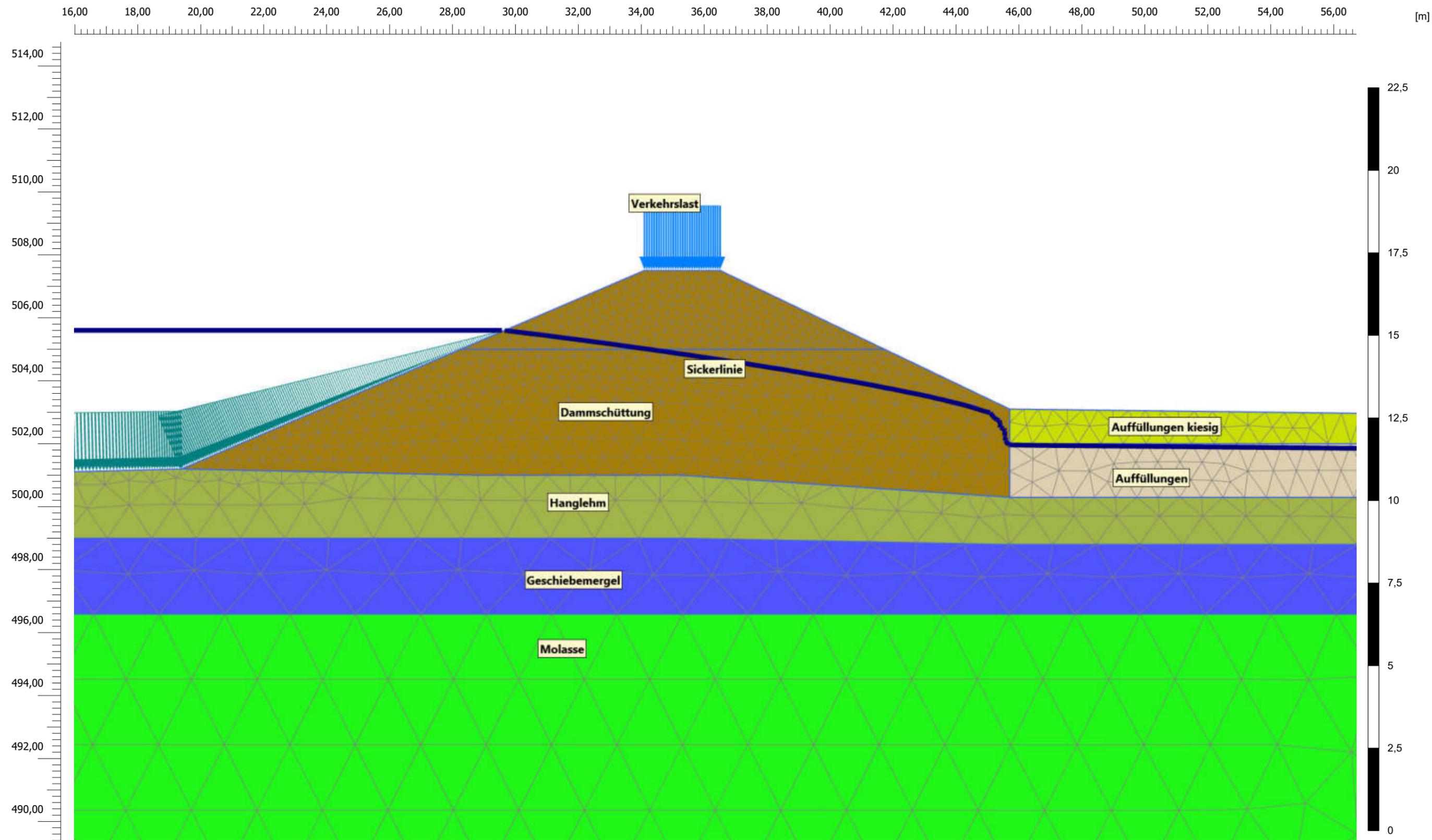
BK5/20: 0.0 – 7.0 m



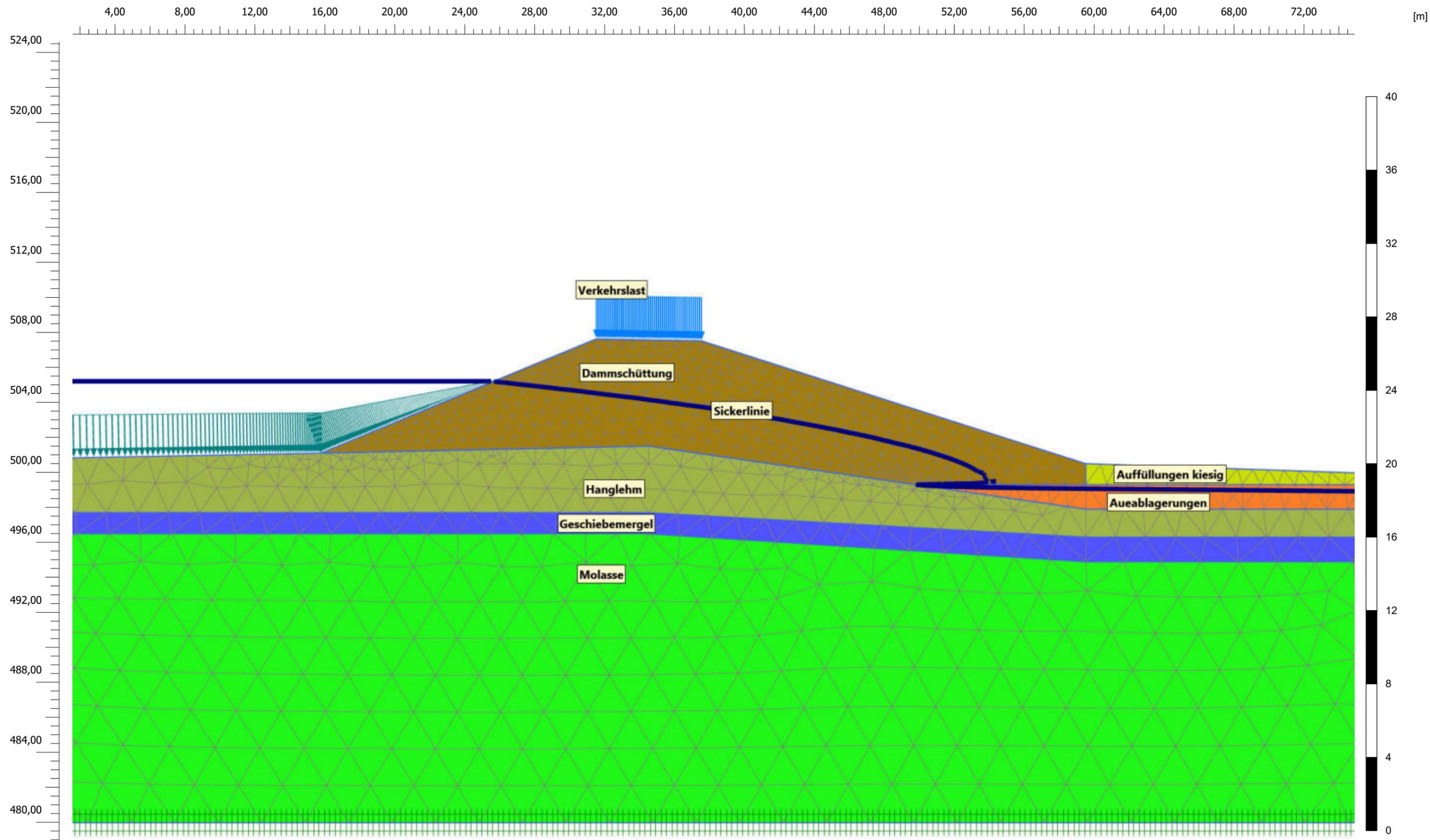


Deformed mesh |u| (at true scale)

Maximum value = 0,04710 m (Element 99 at Node 10855)



Deformed mesh |u| (at true scale)
 Maximum value = $6,173 \cdot 10^{-3}$ m (Element 346 at Node 15807)



Deformed mesh |u| (at true scale)

Maximum value = 0,05883 m (Element 808 at Node 1529)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

Andelshofer Weiher Überlingen

Project filename

Dammprofil 2 ohne Maßnahmen

Step

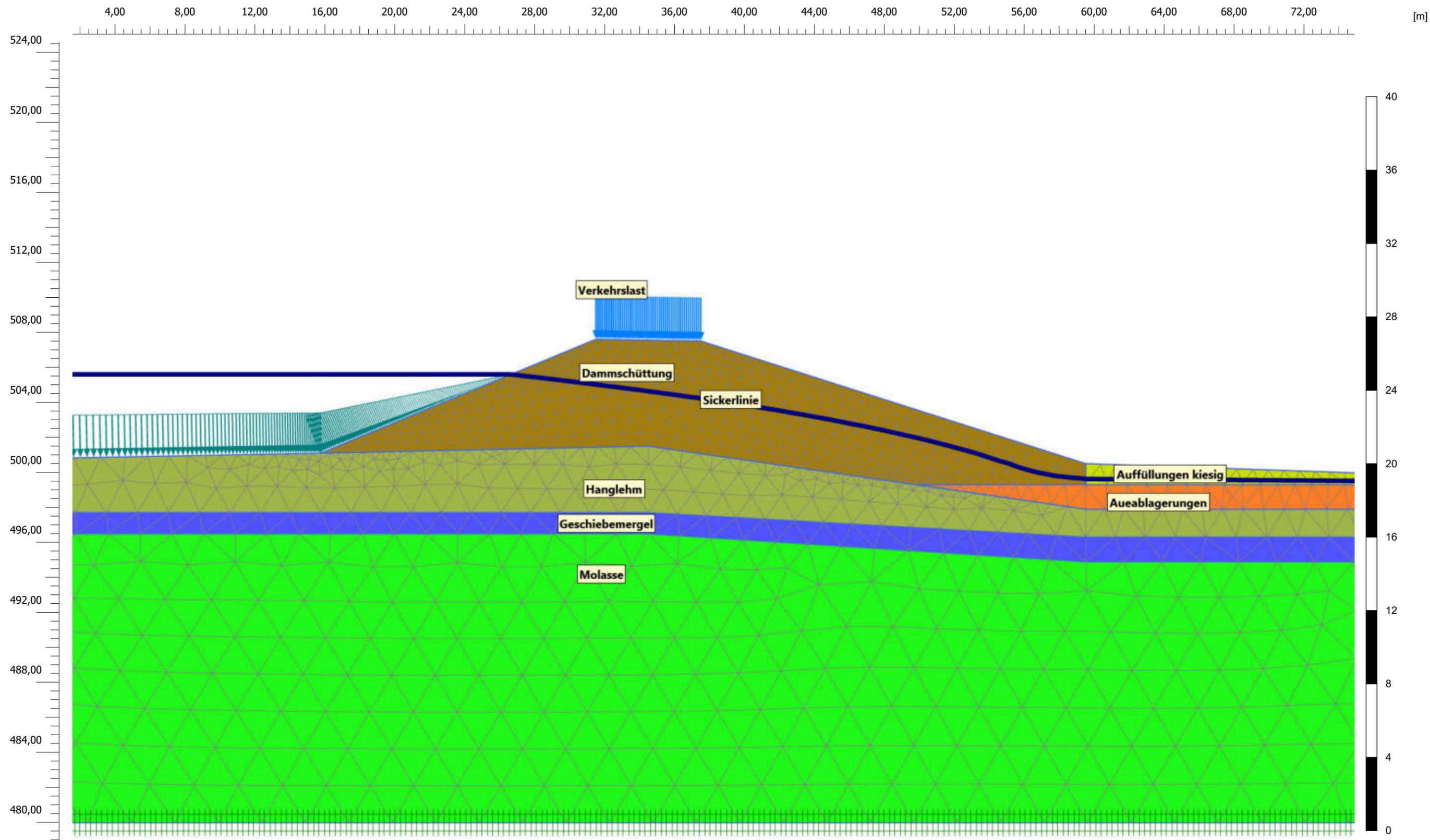
12

Company

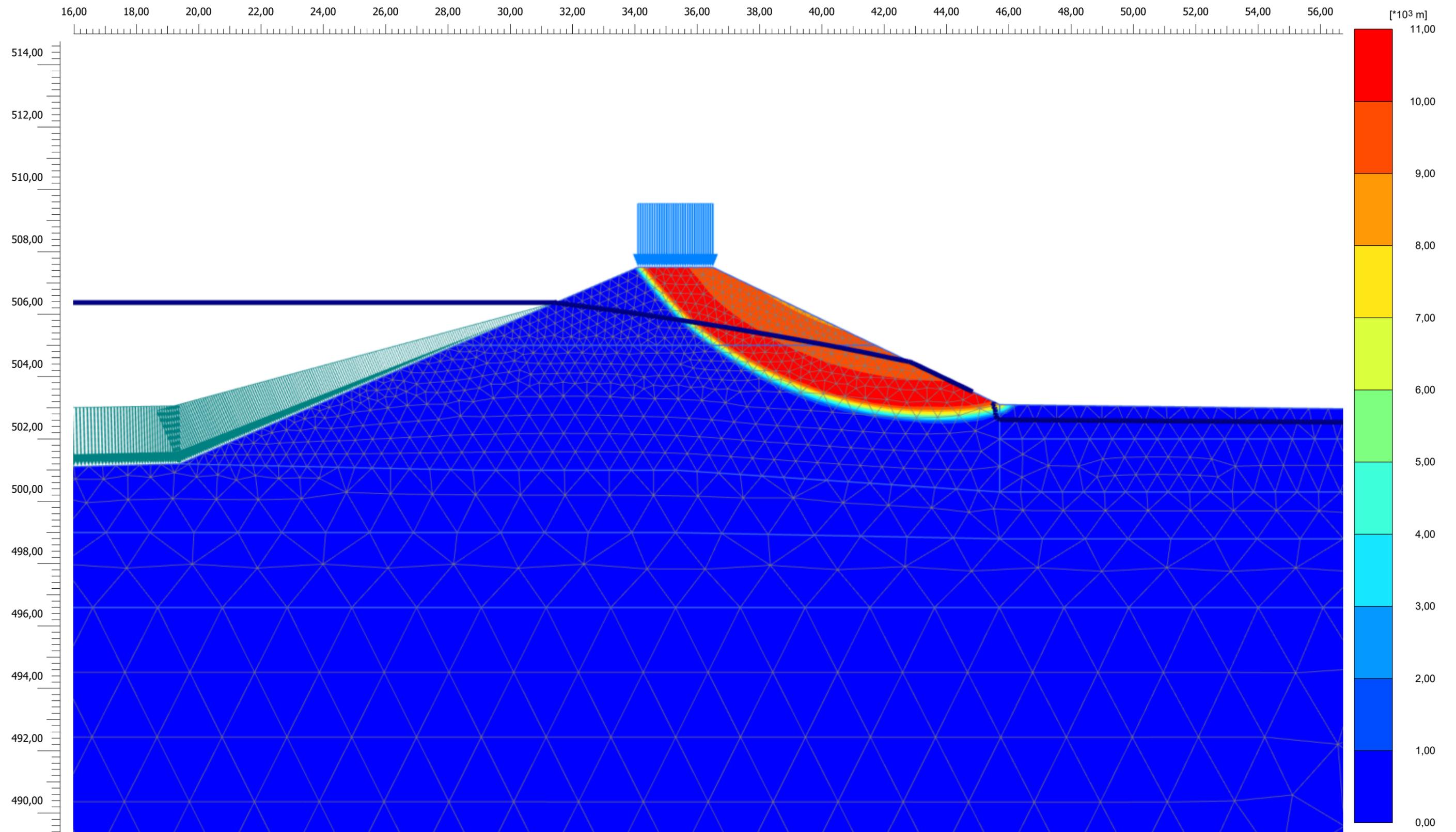
Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Deformed mesh |u| (at true scale)
 Maximum value = $6,699 \cdot 10^{-3}$ m (Element 517 at Node 3499)



Total displacements |u| (scaled up $0,200 \cdot 10^{-3}$ times)
 Maximum value = $10,75 \cdot 10^3$ m (Element 203 at Node 19295)

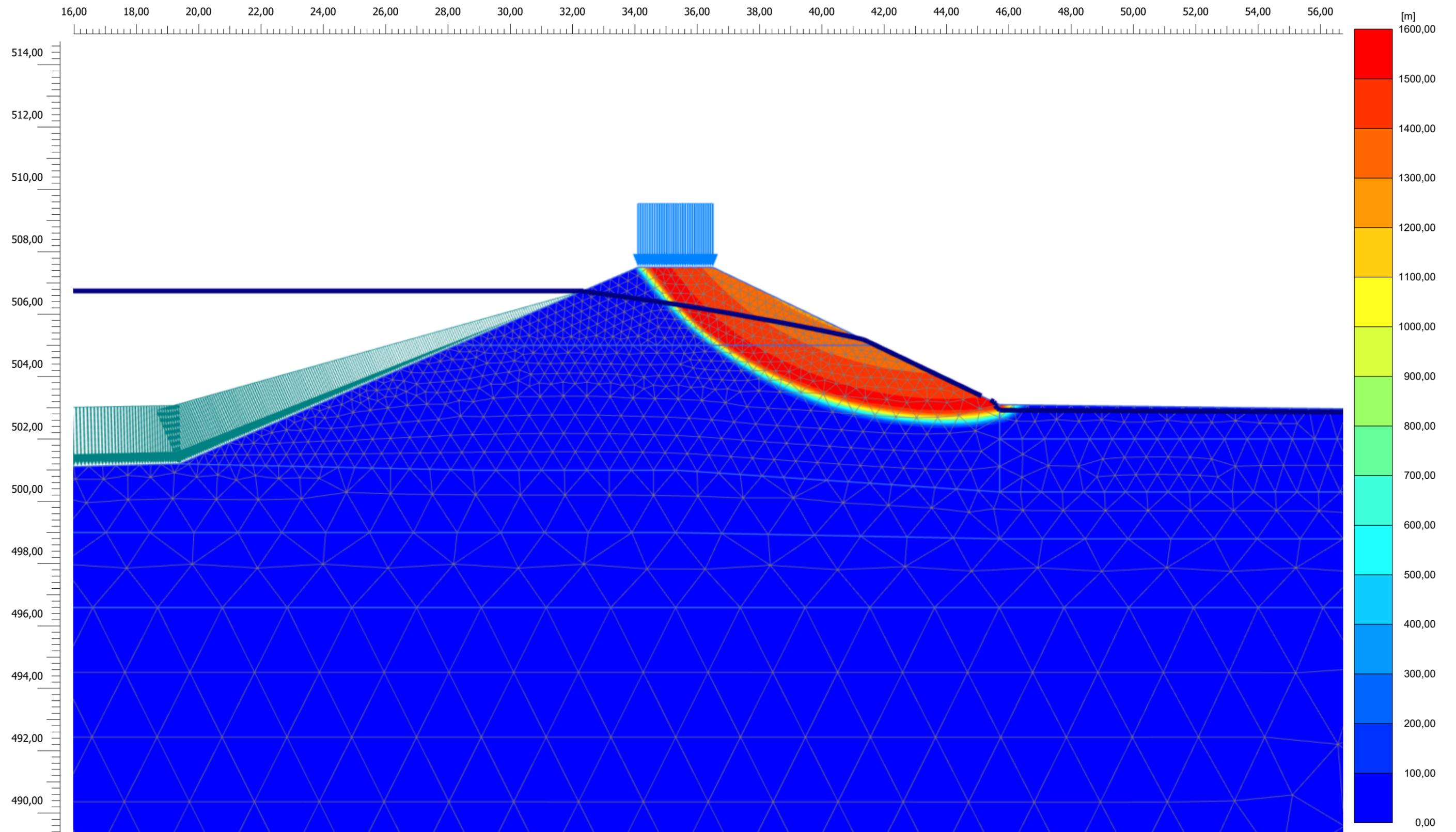


Project description
7.1 Standsicherheit Vollstau zv
Project filename
Dammprofil 1 ohne Maßnahmen

Step
320

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up $1,00 \cdot 10^{-3}$ times)

Maximum value = 1560 m (Element 210 at Node 19477)



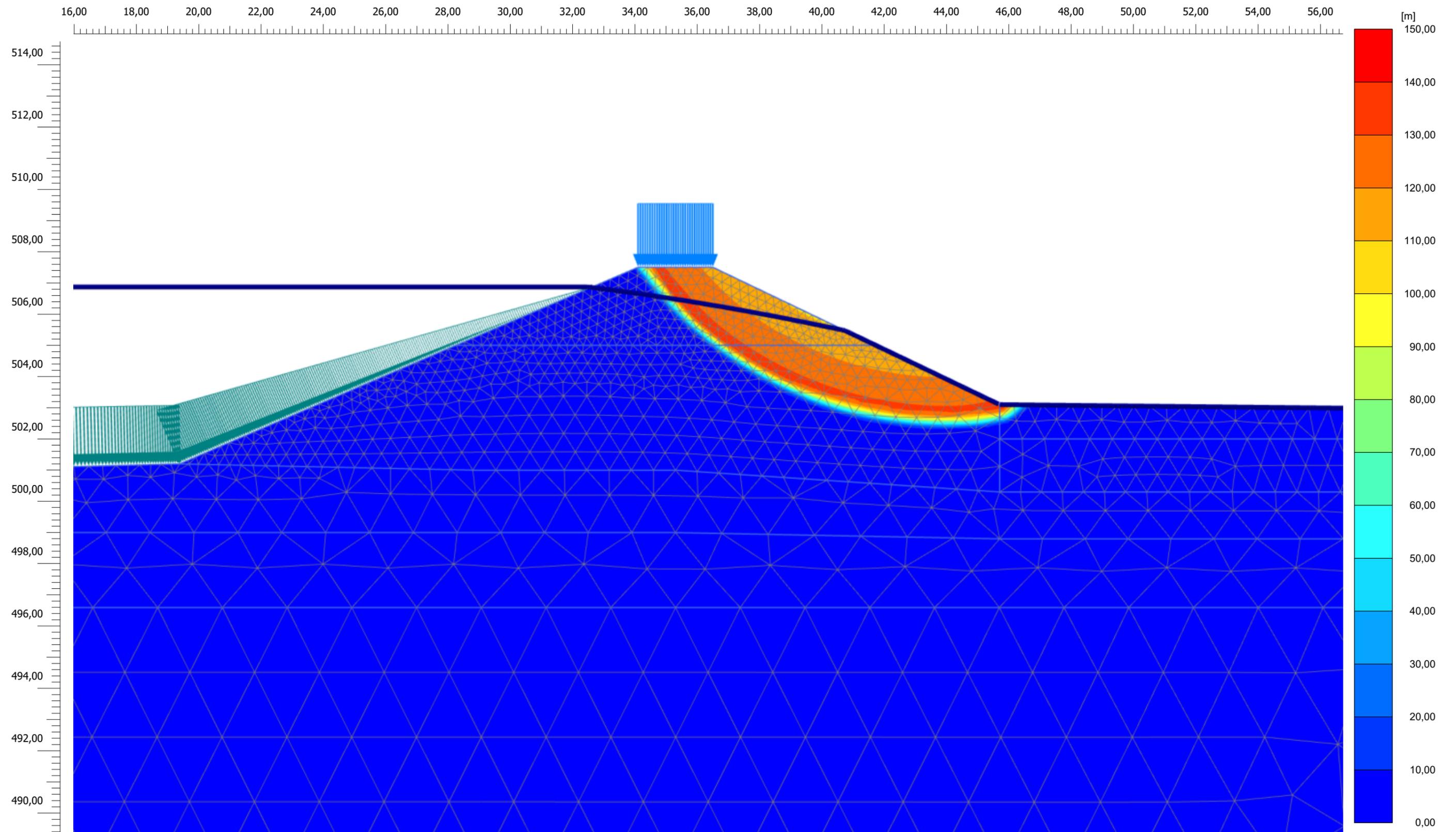
Project description
7.2 Standsicherheit HQ1000 (BHQ1) zh1

Date
05.08.2021

Project filename
Dammprofil 1 ohne Maßnahmen

Step
220

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up 0,0200 times)
 Maximum value = 140,0 m (Element 1455 at Node 8707)

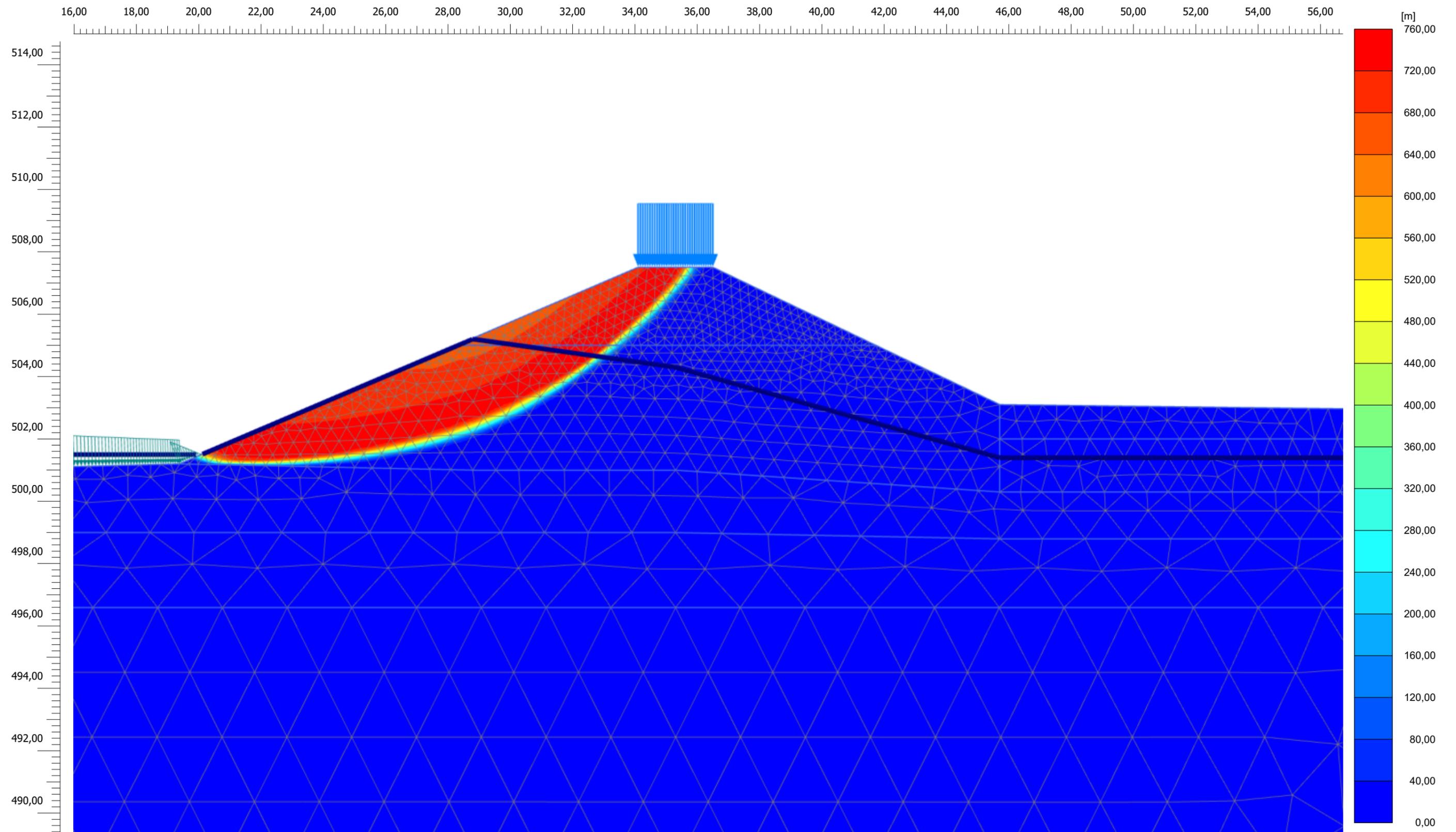


Project description
7.3 Standsicherheit HQ10000 (BHQ2) zh2
Project filename
Dammprofil 1 ohne Maßnahmen

Step
120

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up $2,00 \cdot 10^{-3}$ times)
Maximum value = 757,3 m (Element 359 at Node 15271)



PLAXIS[®] 2D
CONNECT Edition

Project description

7.4 Standsicherheit Absenkung von zs auf 501,5

Project filename

Dammprofil 1 ohne Maßnahmen

Step

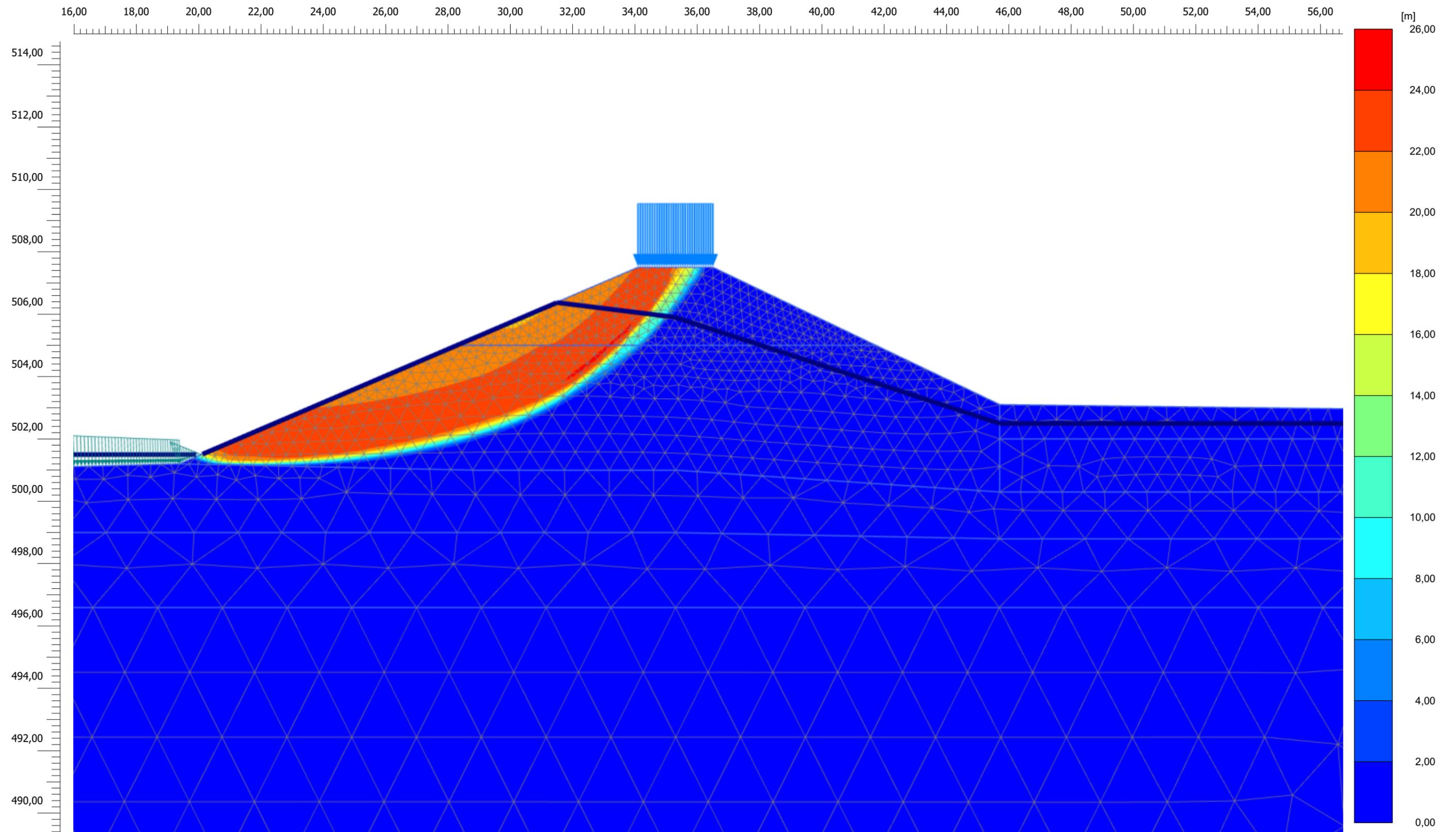
725

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 24,11 m (Element 1059 at Node 14574)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

7.5 Standsicherheit Absenkung von zv auf 501,5

Project filename

Dammprofil 1 ohne Maßnahmen

Step

420

Company

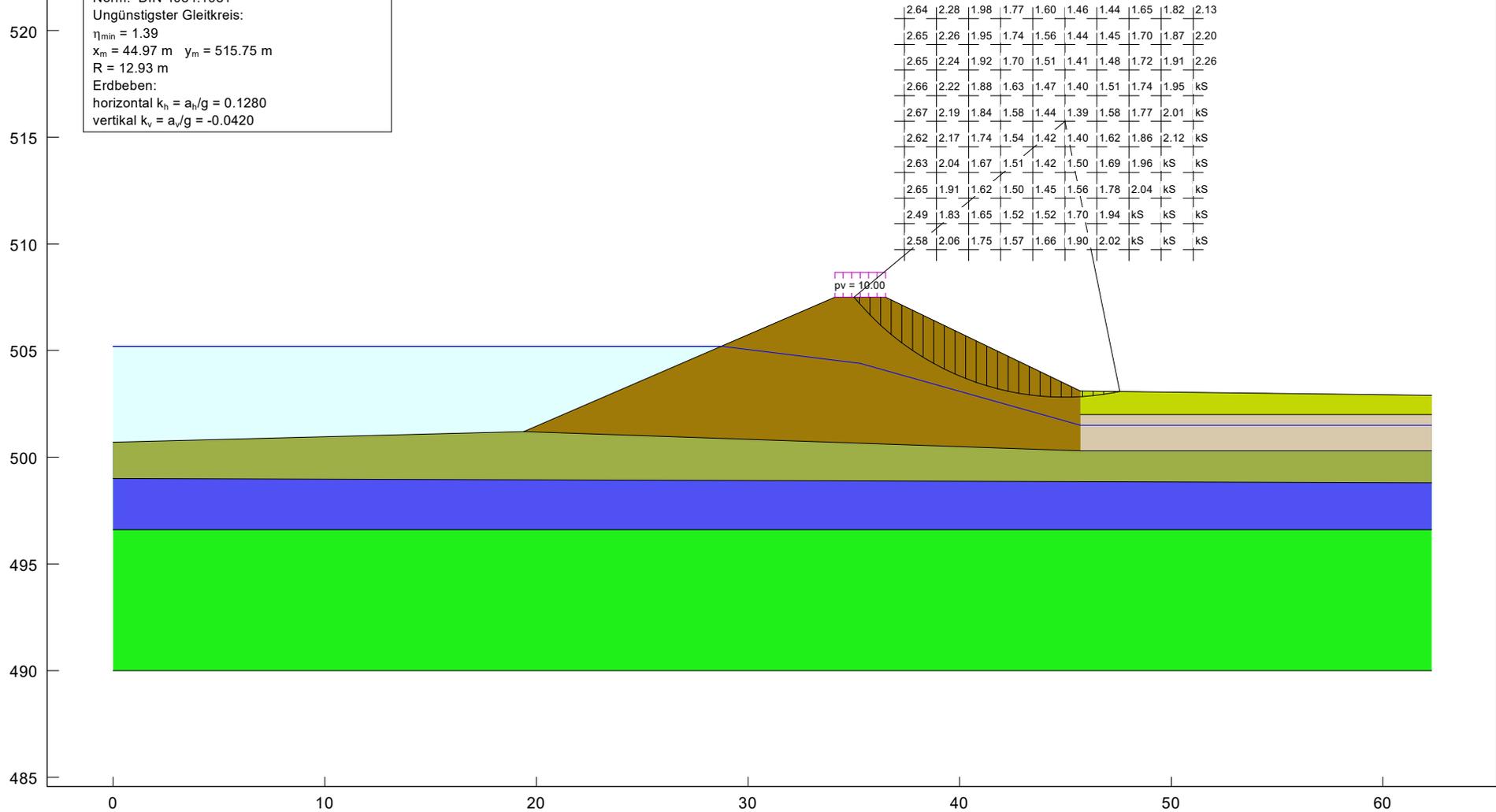
Dr. -Ing. Georg Ulrich

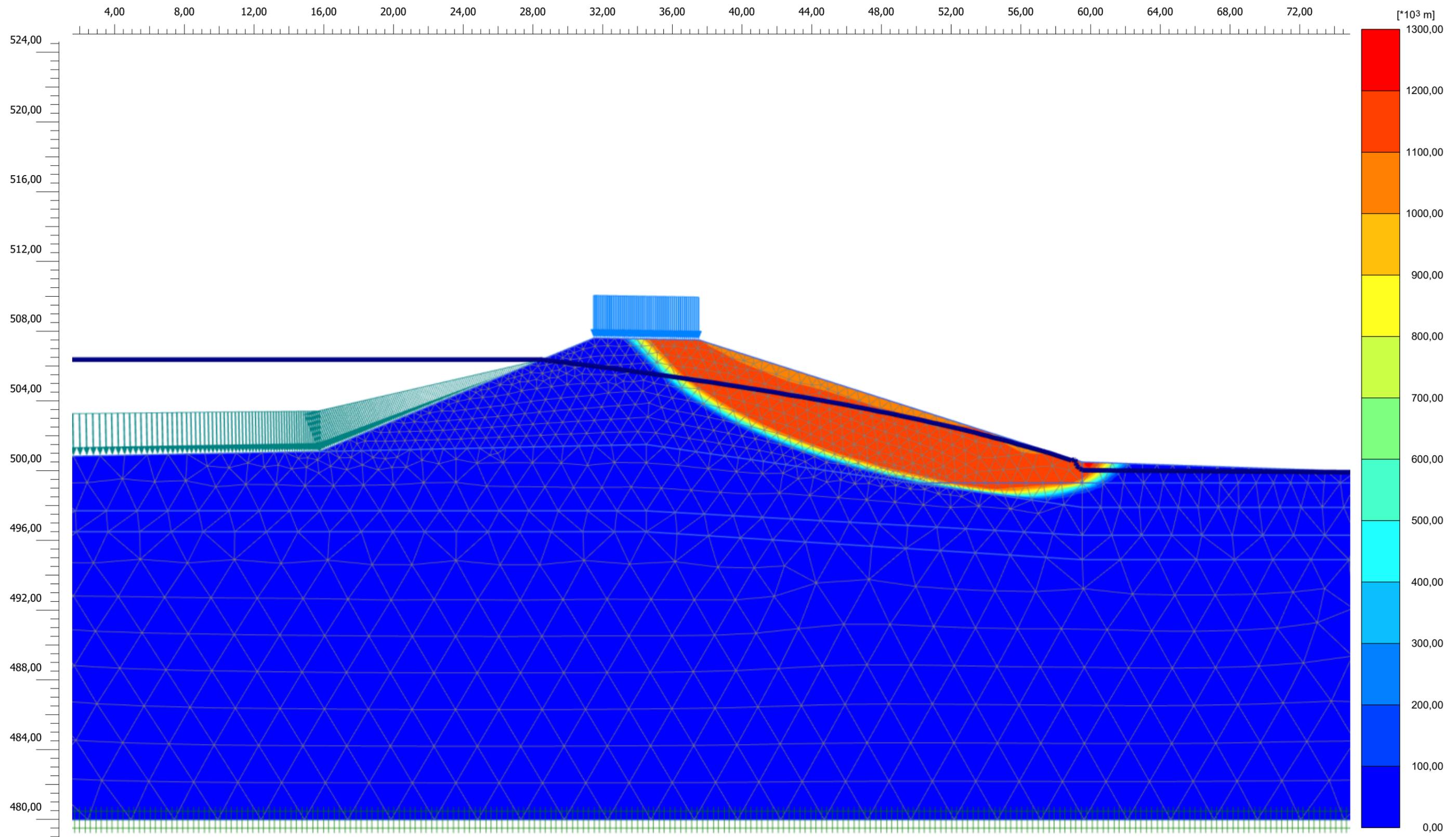
Date

05.08.2021

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.50	6.00	21.50	Dammschüttung
	32.50	0.00	21.50	Auffüllungen kiesig
	27.50	2.00	21.00	Auffüllungen
	27.50	7.50	21.00	Hanglehm
	27.50	15.00	22.00	Geschiebemergel
	30.00	10.00	22.00	Molasse

GGU-STABILITY / Version 13.17 / 09.03.2021
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.39$
 $x_m = 44.97 \text{ m}$ $y_m = 515.75 \text{ m}$
 $R = 12.93 \text{ m}$
 Erdbeben:
 horizontal $k_h = a_h/g = 0.1280$
 vertikal $k_v = a_v/g = -0.0420$





Total displacements |u| (scaled up $2,00 \cdot 10^{-6}$ times)
Maximum value = $1,218 \cdot 10^6$ m (Element 925 at Node 13637)



PLAXIS[®] 2D
CONNECT Edition

Project description

8.1 Standsicherheit Vollstau zv

Project filename

Dammprofil 2 ohne Maßnahmen

Step

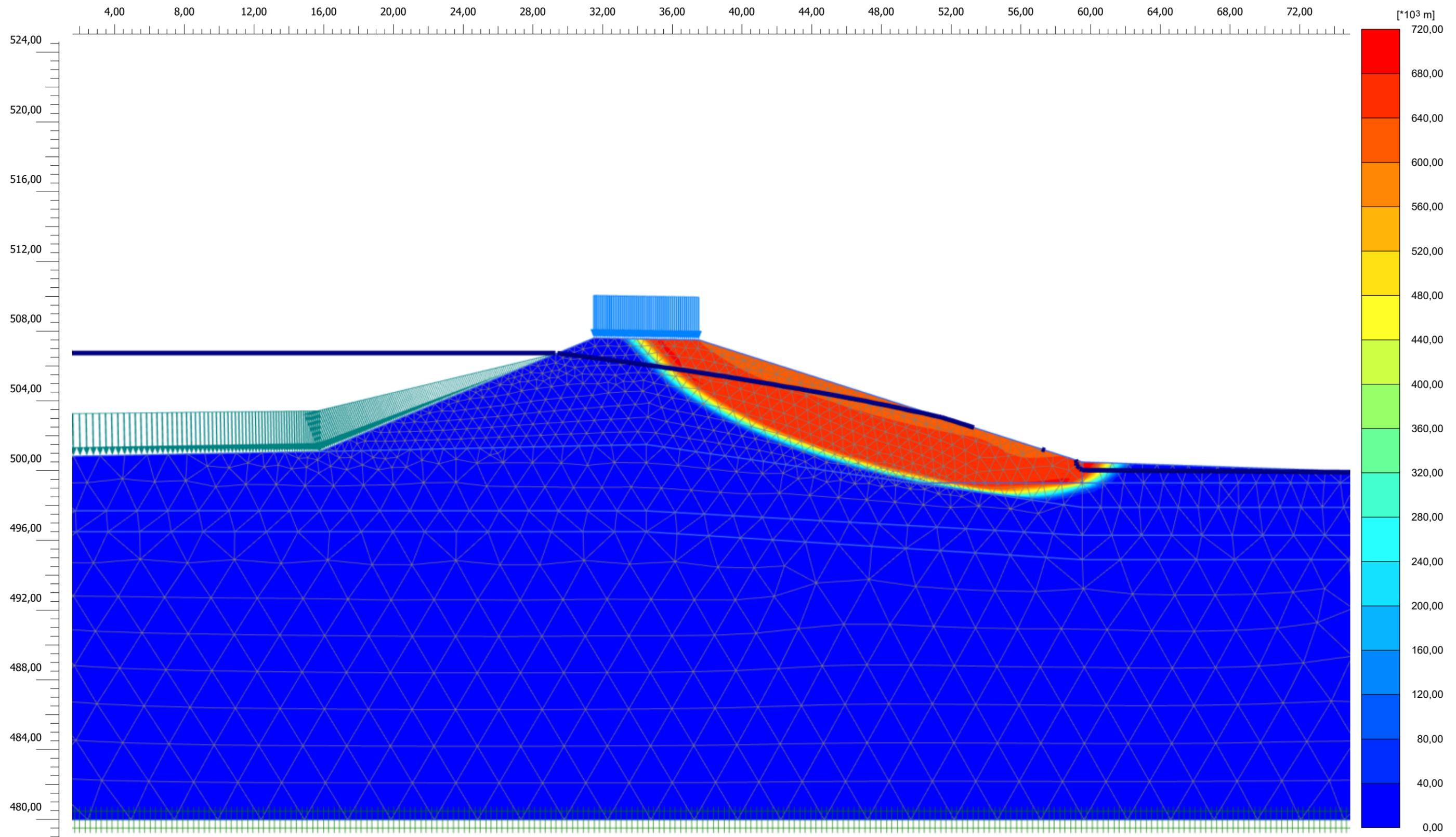
320

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up $5,00 \cdot 10^{-6}$ times)
 Maximum value = $696,9 \cdot 10^3$ m (Element 925 at Node 13637)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

8.2 Standsicherheit HQ1000 (BHQ1) zh1

Project filename

Dammprofil 2 ohne Maßnahmen

Step

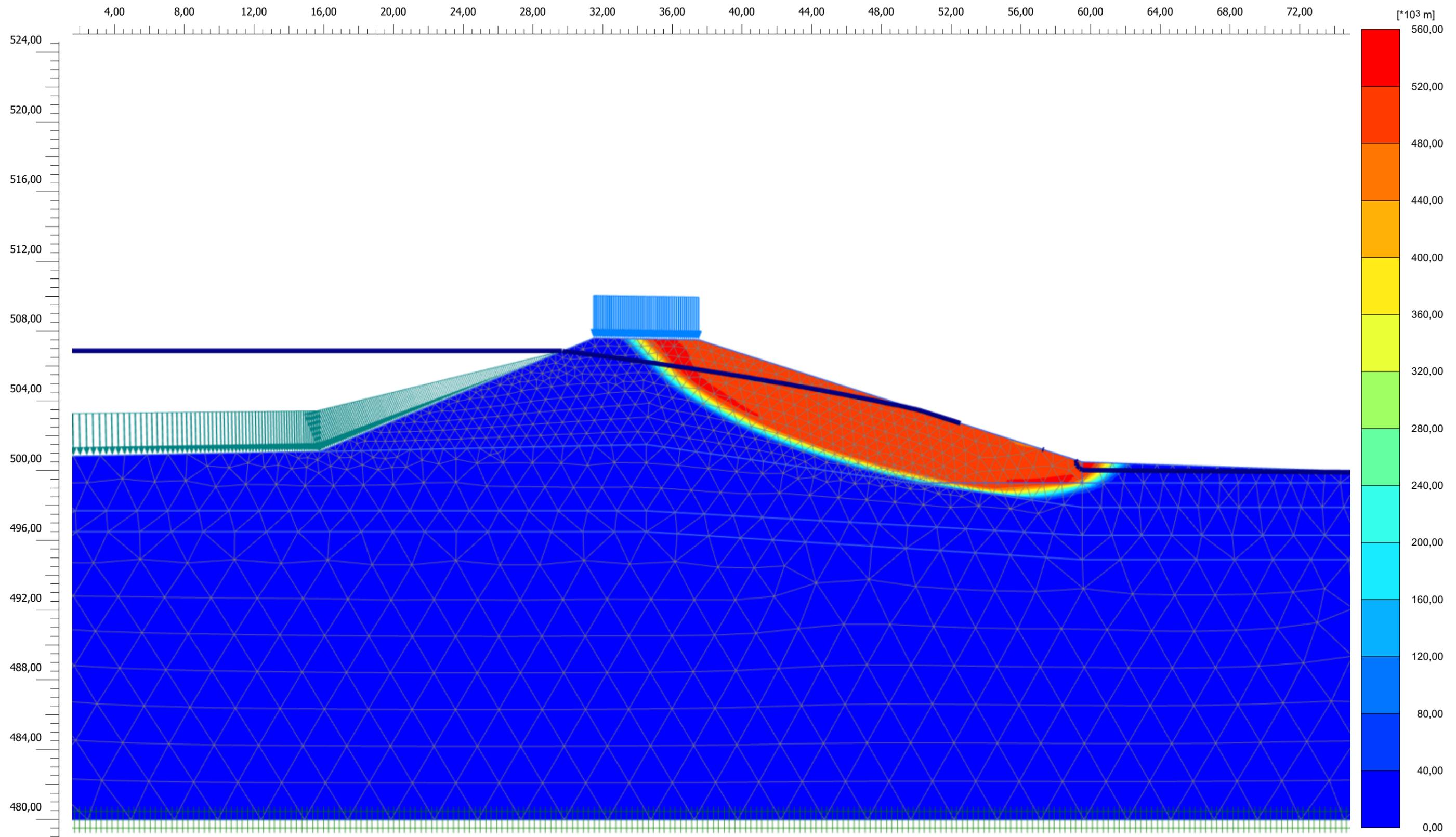
220

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up $5,00 \times 10^{-6}$ times)
 Maximum value = $538,6 \times 10^3$ m (Element 925 at Node 13637)



PLAXIS® 2D
 CONNECT Edition

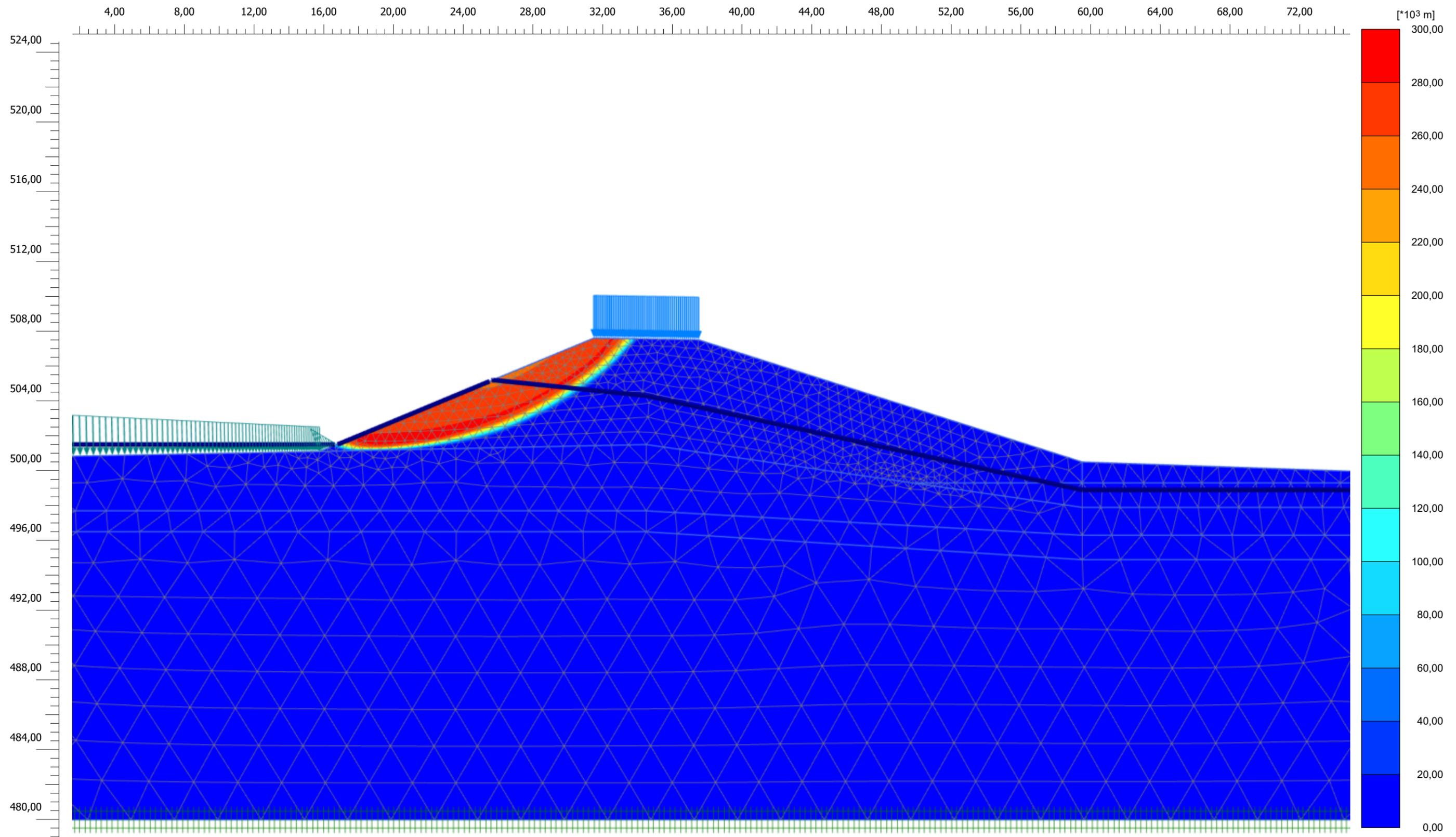
Project description
 8.3 Standsicherheit HQ10000 (BHQ2) zh2

Project filename
 Damprofil 2 ohne Maßnahmen

Step
 120

Company
 Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
 05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up $5,00 \cdot 10^{-6}$ times)
 Maximum value = $286,1 \cdot 10^3$ m (Element 462 at Node 2442)



PLAXIS® 2D
 CONNECT Edition

Project description

8.4 Standsicherheit Absenkung von zs auf 501,5

Date

05.08.2021

Project filename

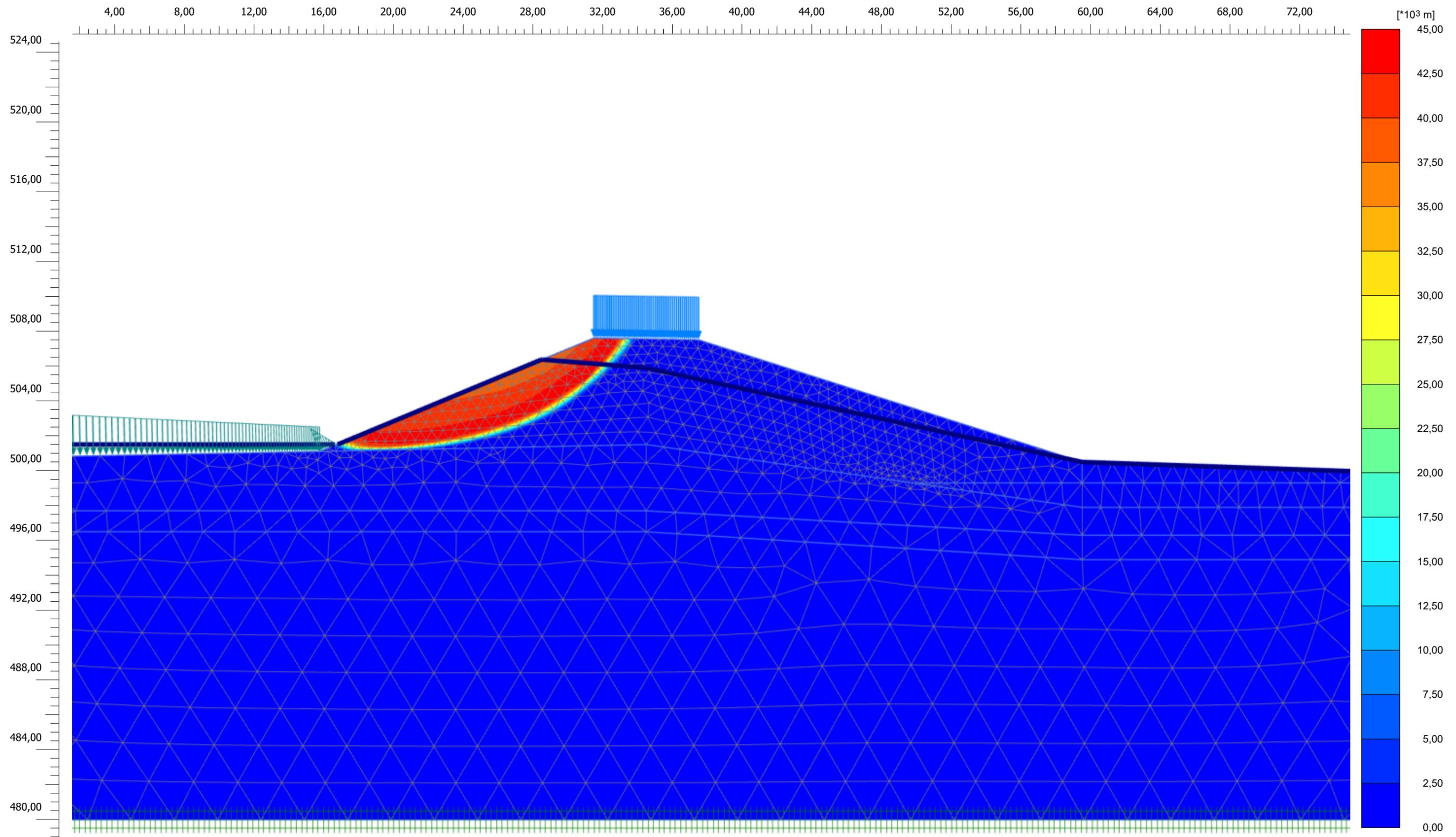
Dammprofil 2 ohne Maßnahmen

Step

729

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up $0,0500 \cdot 10^{-3}$ times)
 Maximum value = $44,81 \cdot 10^3$ m (Element 573 at Node 2851)



PLAXIS® 2D
 CONNECT Edition

Project description

8.5 Standsicherheit Absenkung von zv auf 501,5

Date

05.08.2021

Project filename

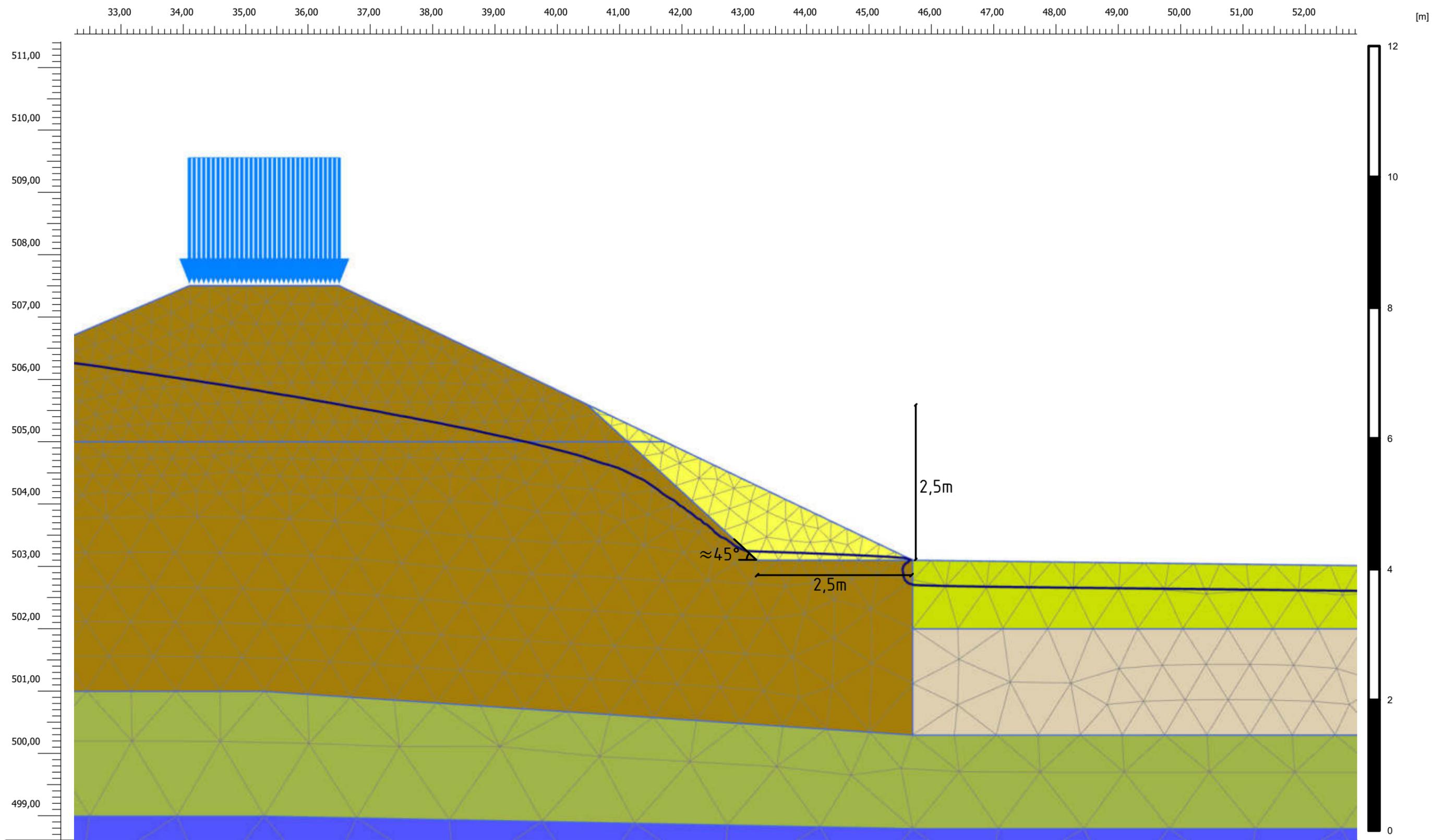
Dammprofil 2 ohne Maßnahmen

Step

425

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich



Deformed mesh |u| (at true scale)

Maximum value = 0,01184 m (Element 100 at Node 2116)



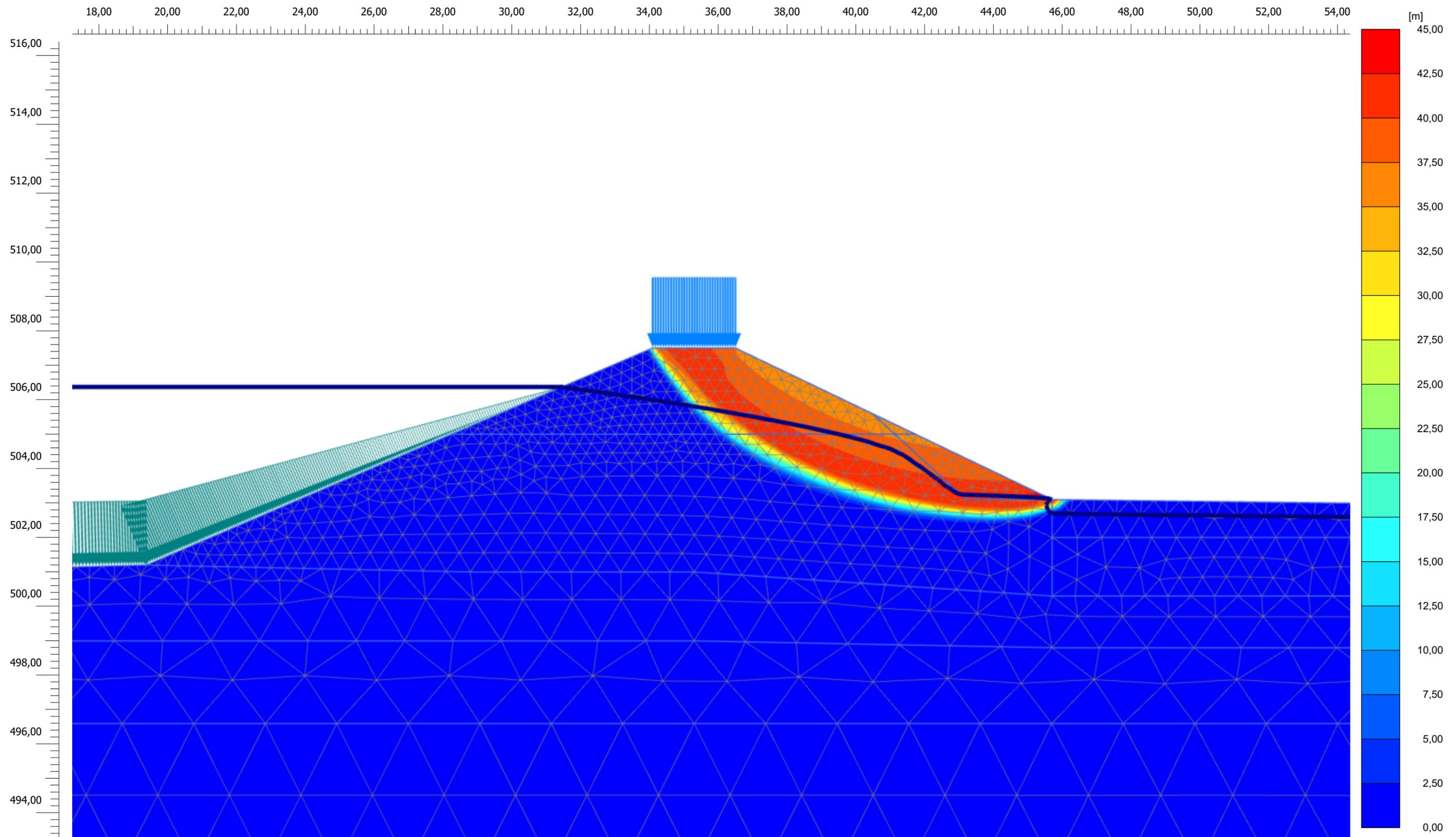
Project description
9.1 Dammprofil 1 mit Fußdrän

Date
05.08.2021

Project filename
Dammprofil 1 Fußdrän

Step
38

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up 0,0500 times)
 Maximum value = 43,98 m (Element 461 at Node 3519)



PLAXIS® 2D
 CONNECT Edition

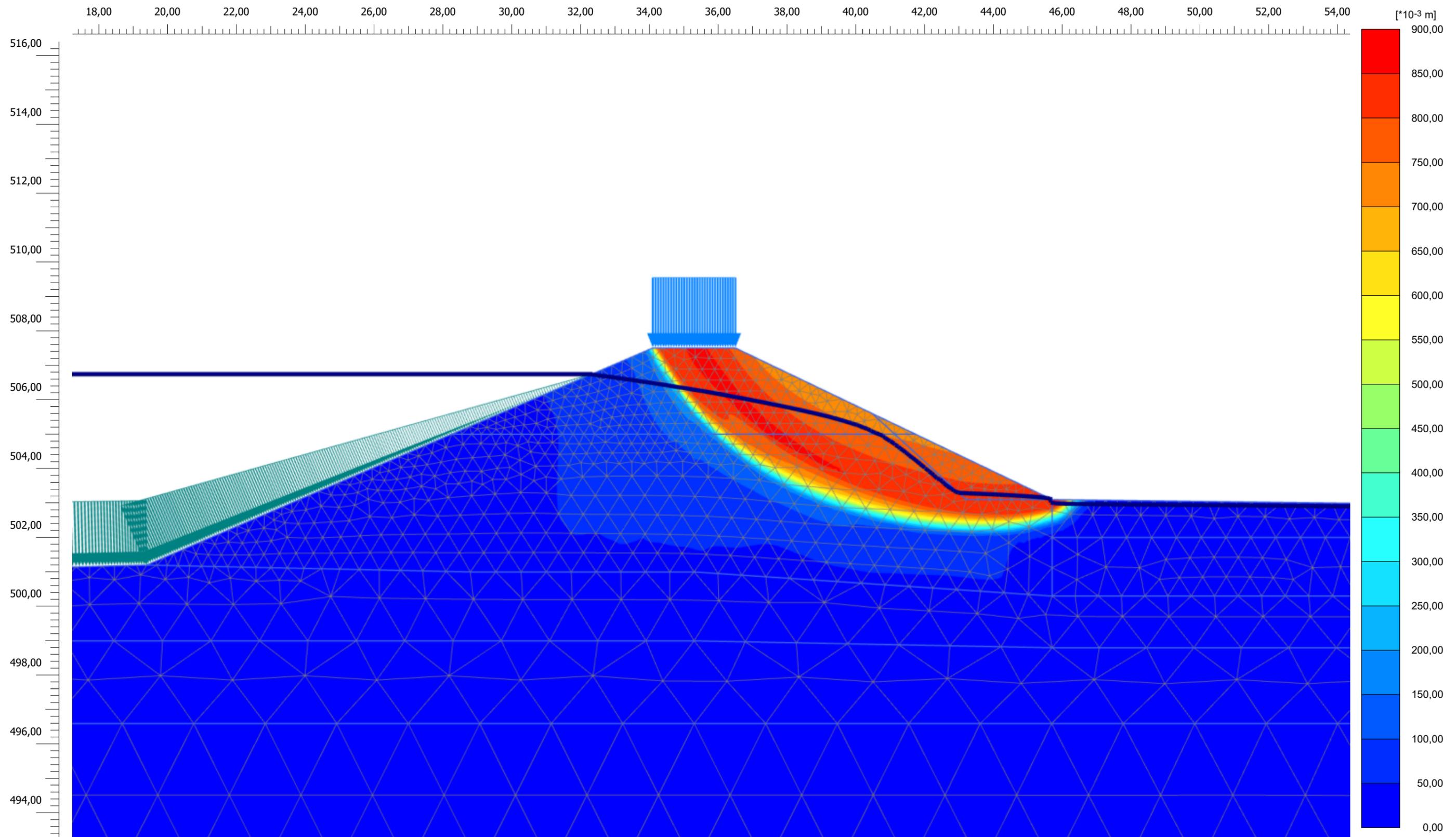
Project description
9.2 Standsicherheit Vollstau zv

Project filename
Dammprofil 1 Fußdrän

Date
05.08.2021

Step
349

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 0,8930 m (Element 1331 at Node 4295)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

9.3 Standsicherheit HQ1000 (BHQ1) zh1

Project filename

Dammprofil 1 Fußdrän

Step

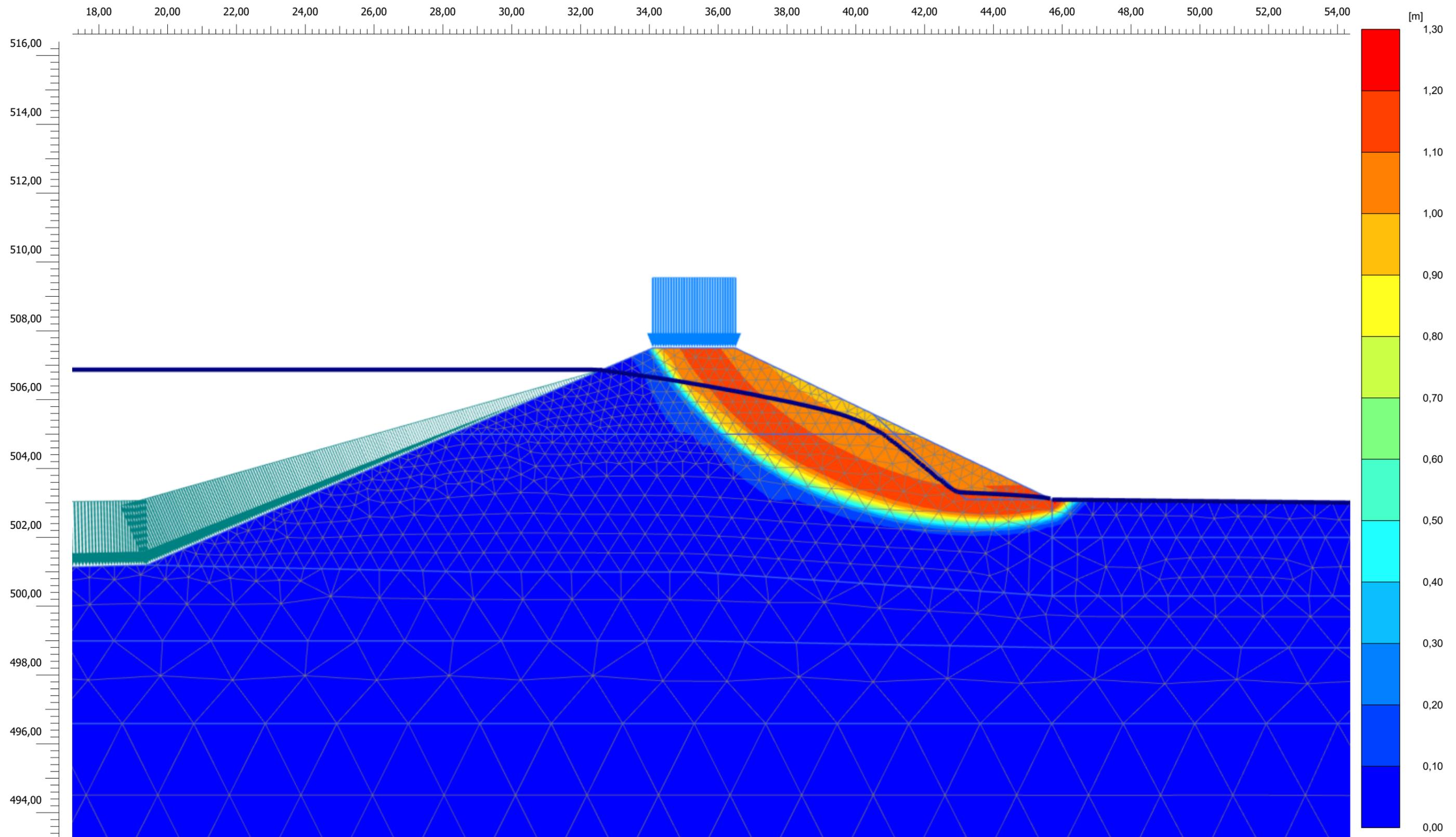
249

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up 5,00 times)

Maximum value = 1,272 m (Element 1331 at Node 4295)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

9.4 Standsicherheit HQ10000 (BHQ2) zh2

Project filename

Dammprofil 1 Fußdrän

Step

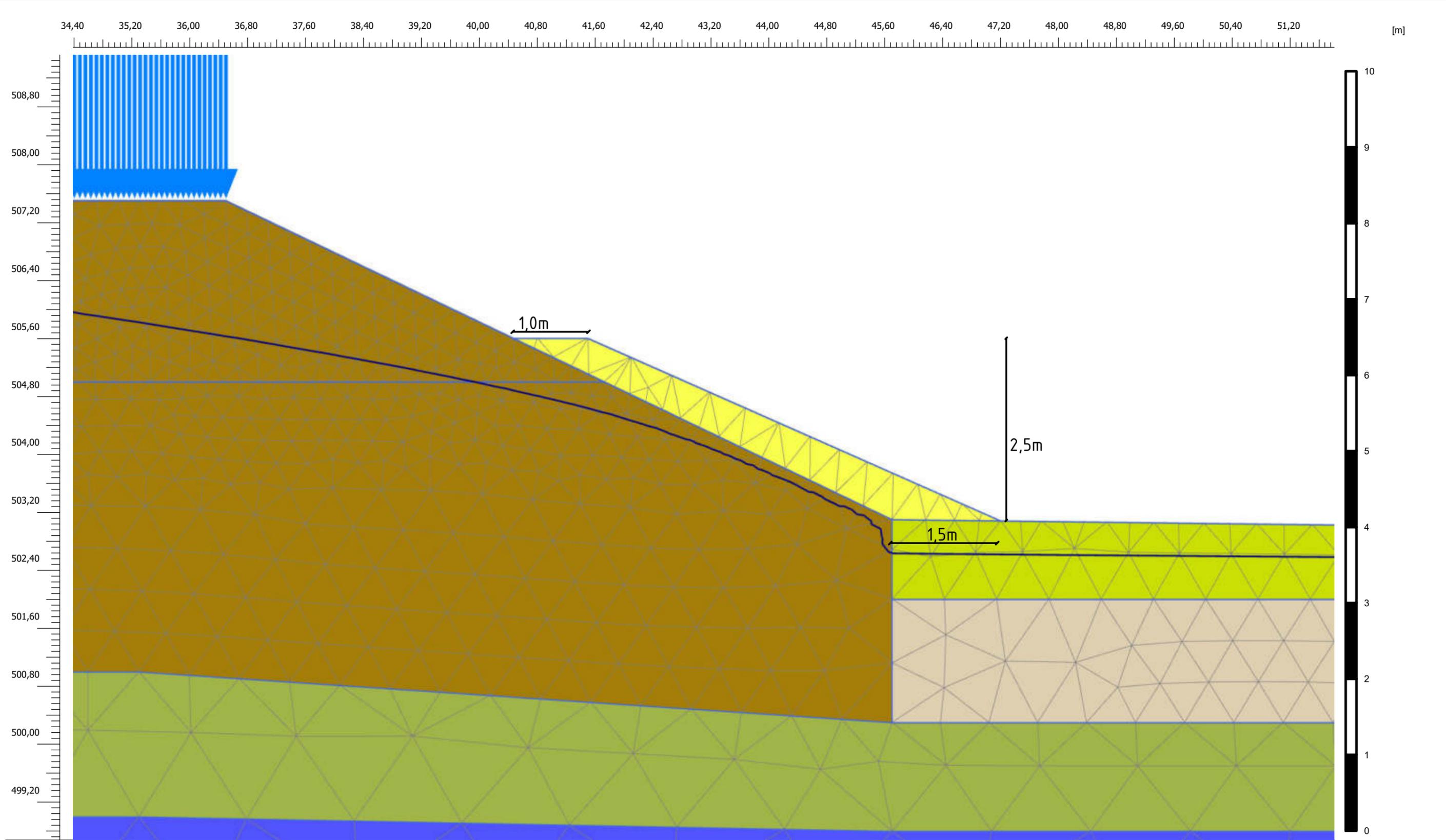
149

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Deformed mesh |u| (at true scale)

Maximum value = 0,01227 m (Element 331 at Node 2761)

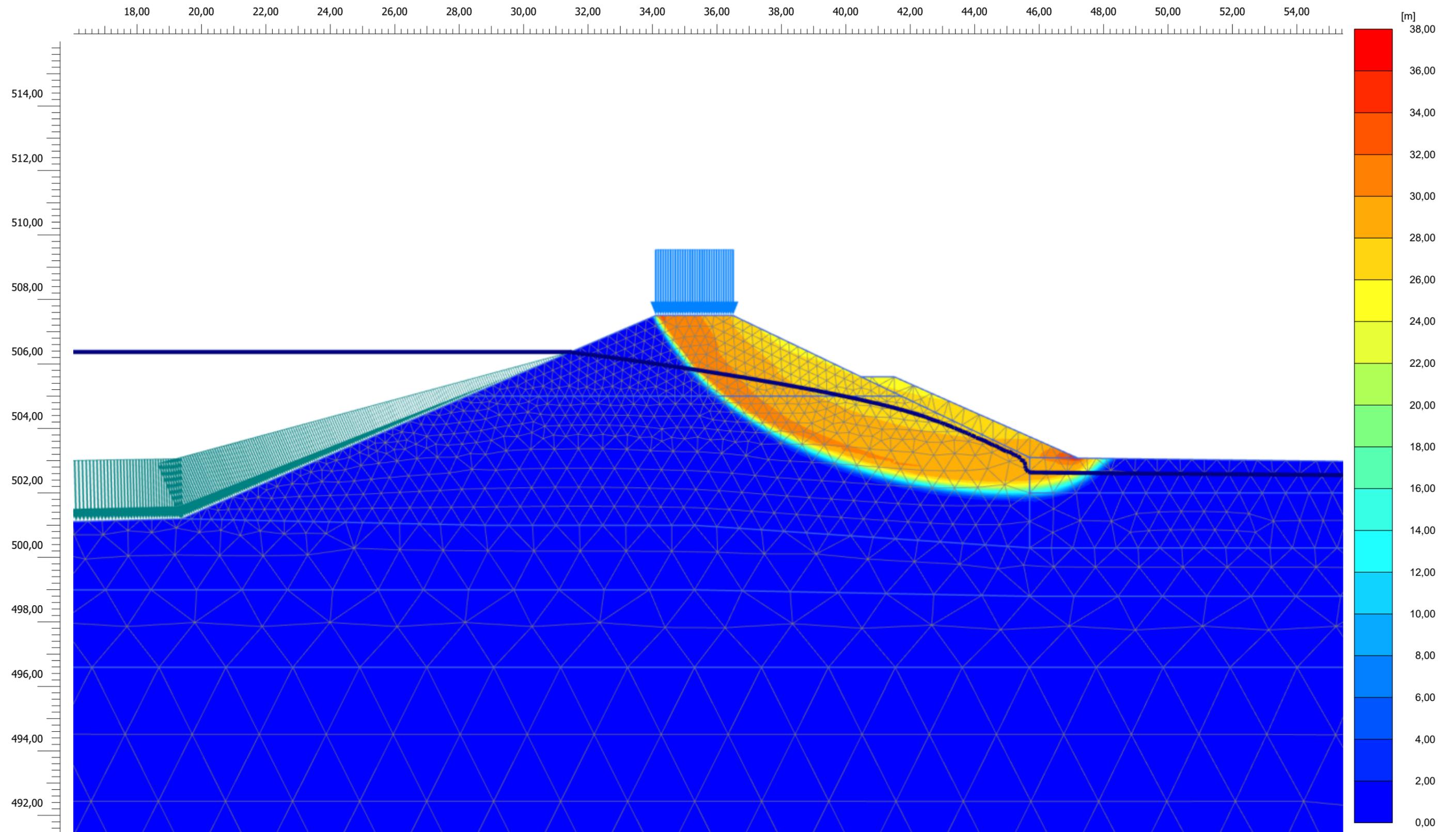


Project description
10.1 Damprofil 1 mit Auflastdrän
 Project filename
Dammproil 1 Auflastdrän

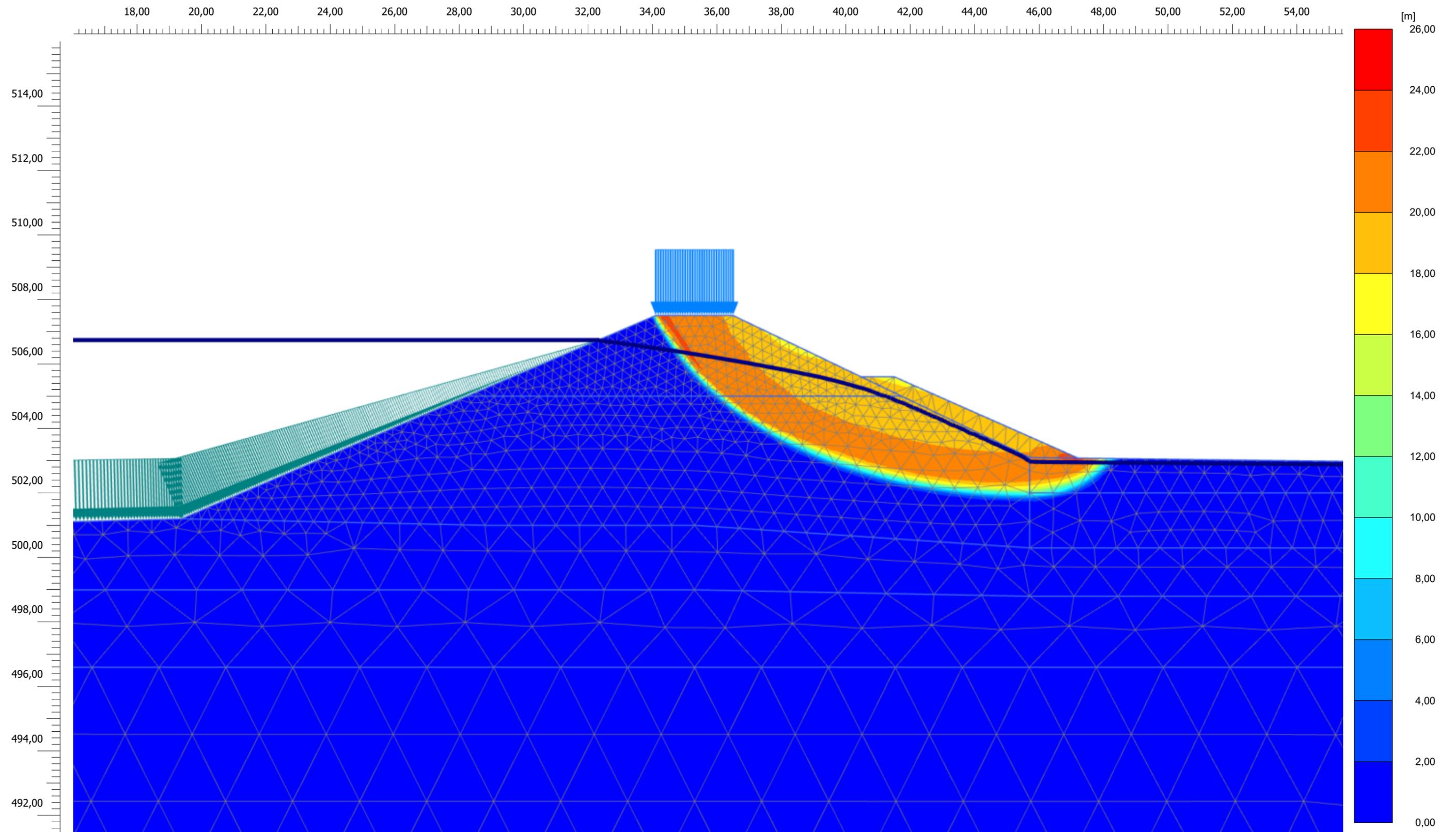
Date
05.08.2021

Step
31

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up 0,0500 times)
 Maximum value = 37,90 m (Element 504 at Node 4403)



Total displacements |u| (scaled up 0,0500 times)
Maximum value = 25,80 m (Element 504 at Node 4403)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

10.3 Standsicherheit HQ1000 (BHQ1) zh1

Project filename

Dammprofil 1 Auflastdrän

Step

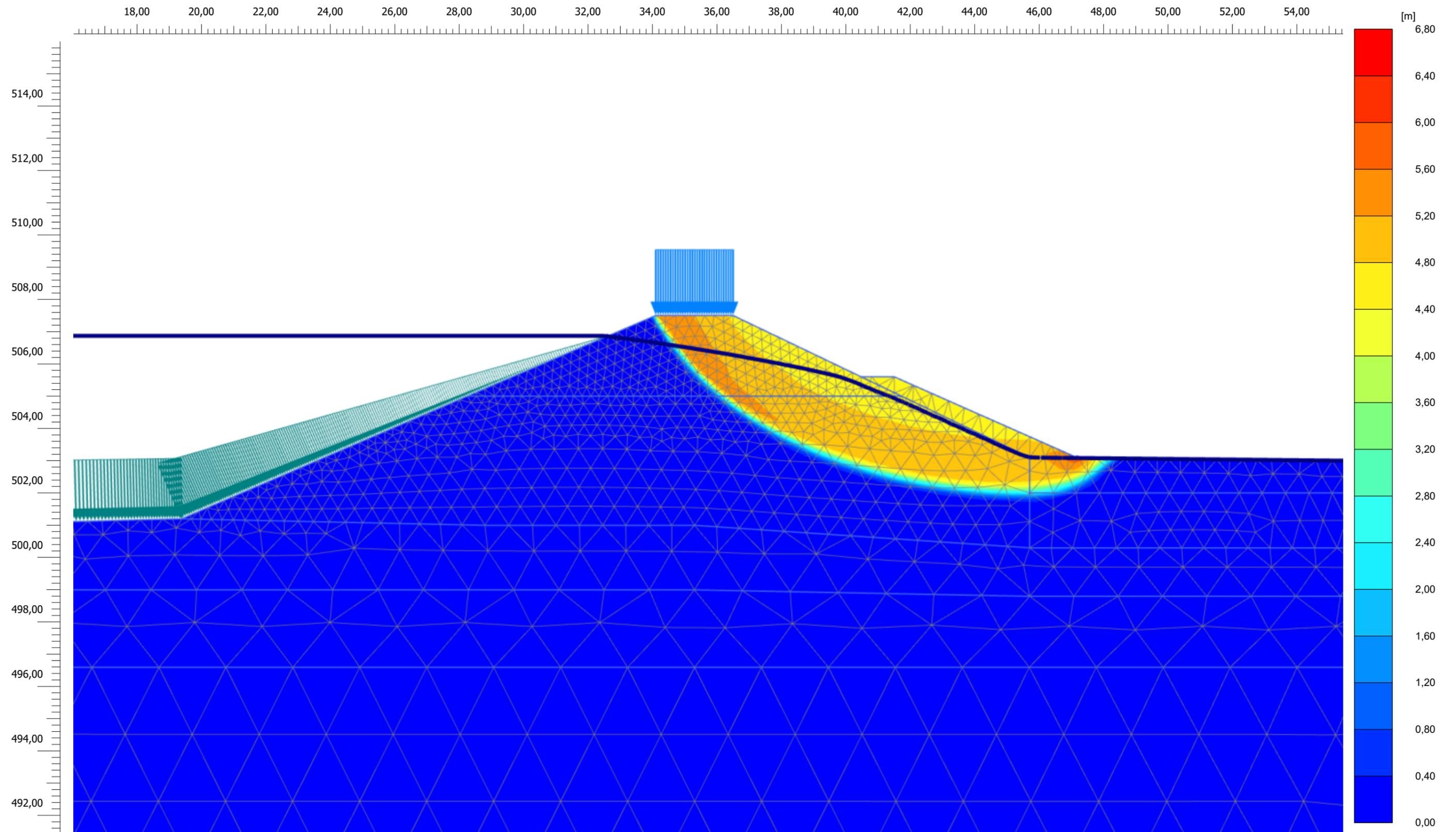
240

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021



Total displacements [u] (scaled up 0,200 times)
 Maximum value = 6,776 m (Element 504 at Node 4403)



PLAXIS® 2D
 CONNECT Edition

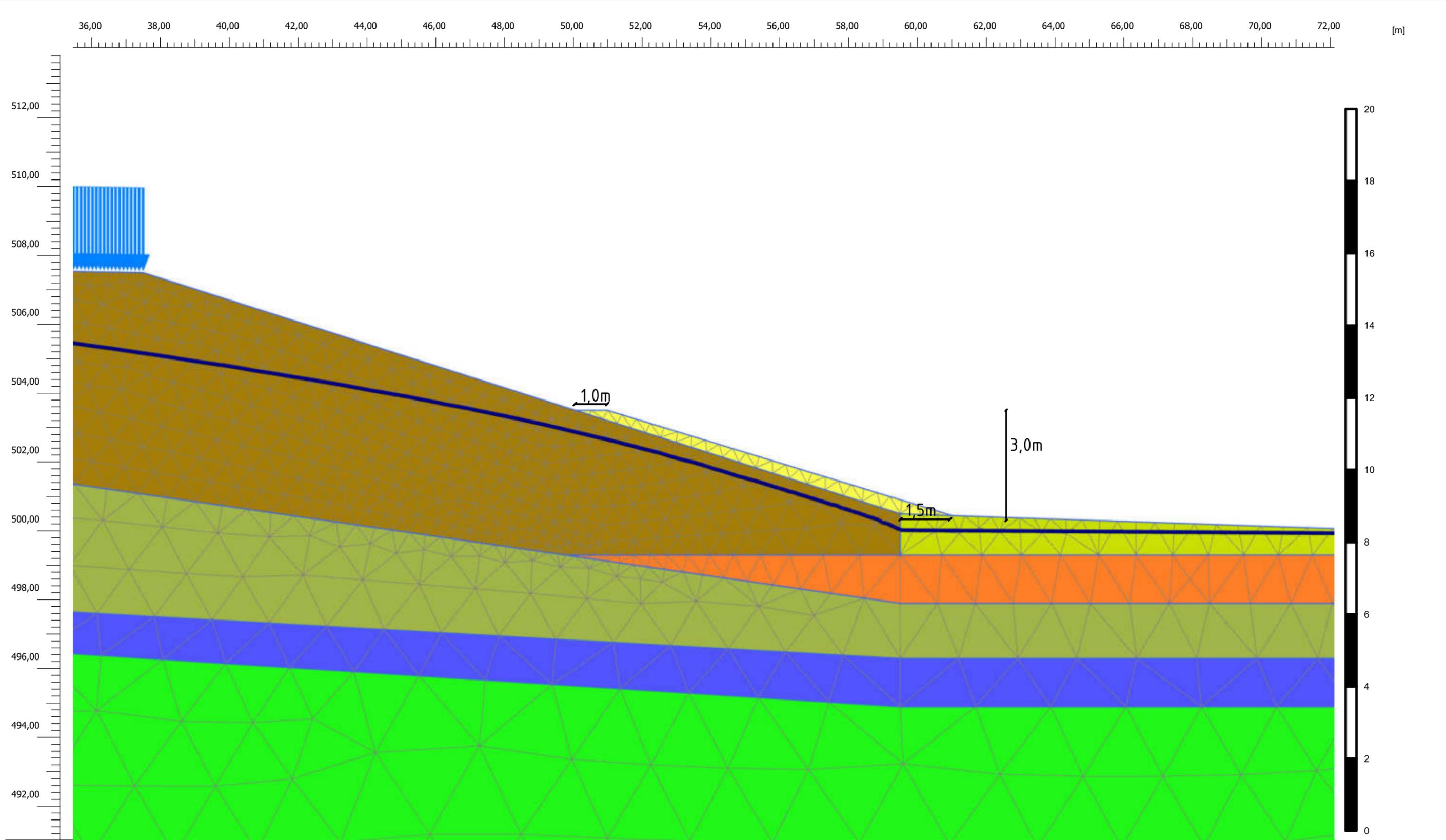
Project description
10.4 Standsicherheit HQ10000 (BHQ2) zh2

Project filename
Dammprofil 1 Auflastdrän

Step
140

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
05.08.2021



Deformed mesh |u| (at true scale)

Maximum value = 0,01298 m (Element 367 at Node 3745)

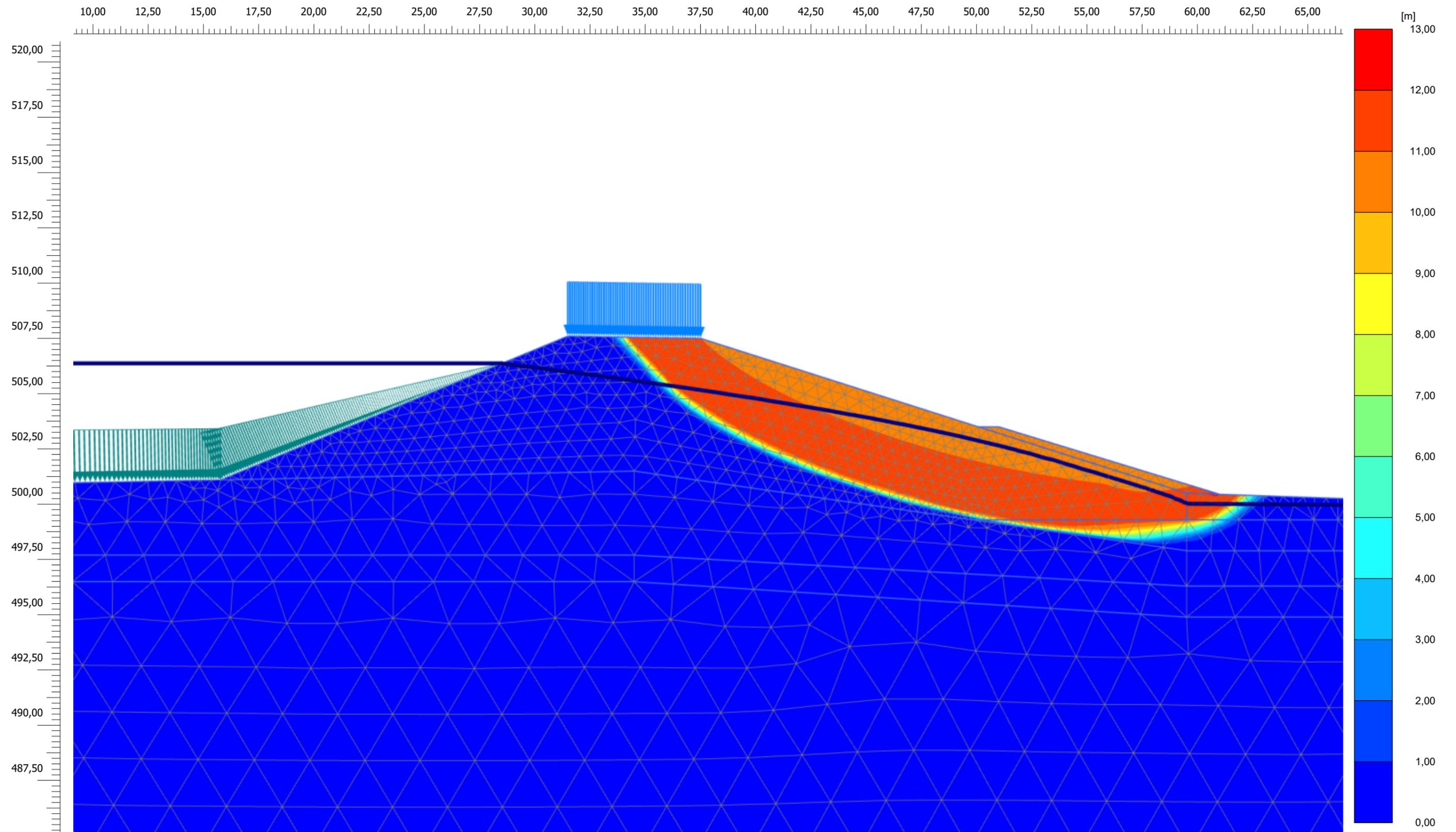


Project description
 11.1 Damprofil 2 mit Auflastdrän
 Project filename
 Damprofil 2 Auflastdrän

Step
 28

Company
 Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
 05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up 0,200 times)

Maximum value = 12,58 m (Element 1142 at Node 15235)

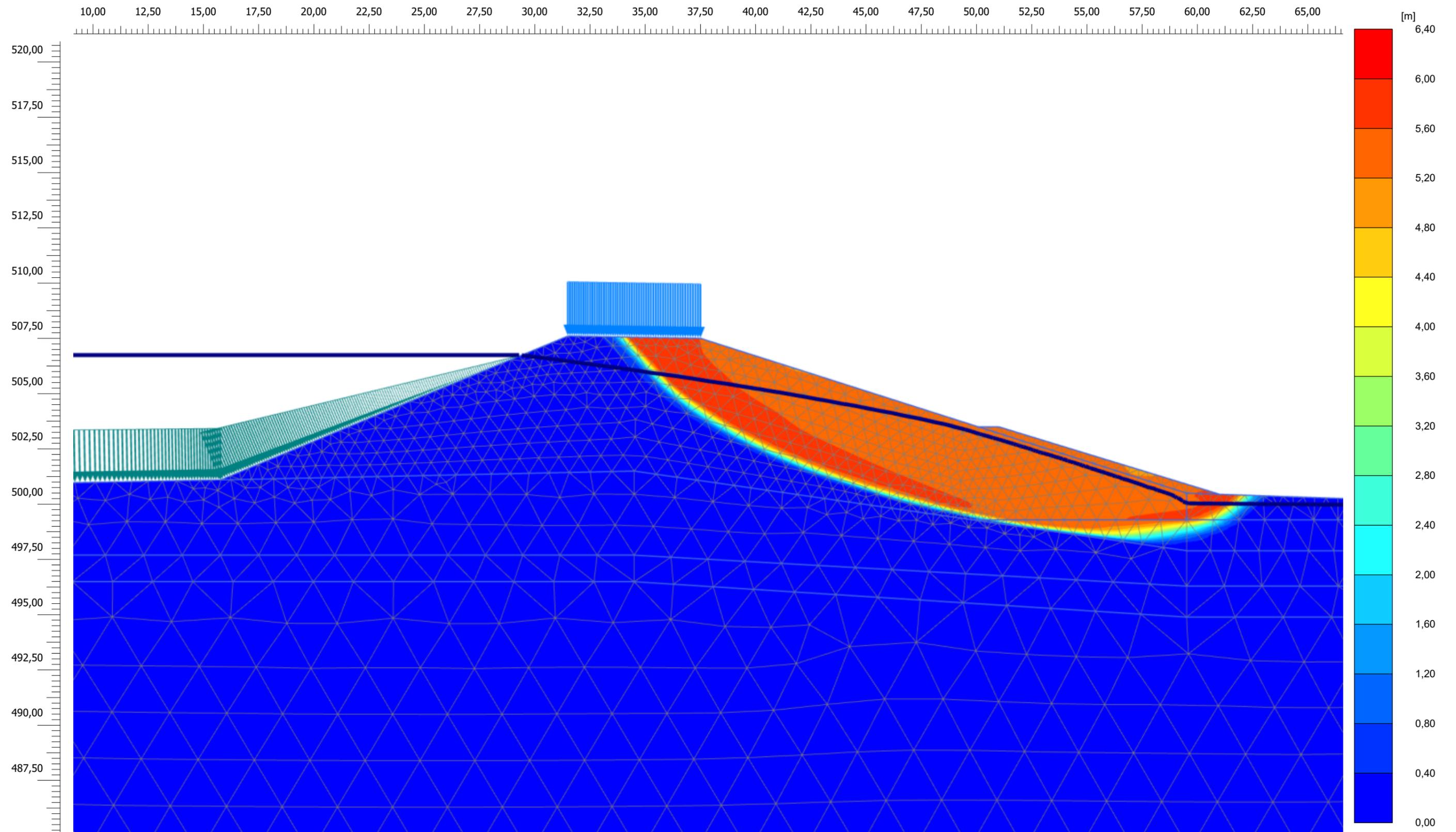


Project description
11.2 Standsicherheit Vollstau zv
Project filename
Dammprofil 2 Auflastdrän

Step
333

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date
05.08.2021



Total displacements |u| (scaled up 0,500 times)

Maximum value = 6,109 m (Element 1142 at Node 15235)



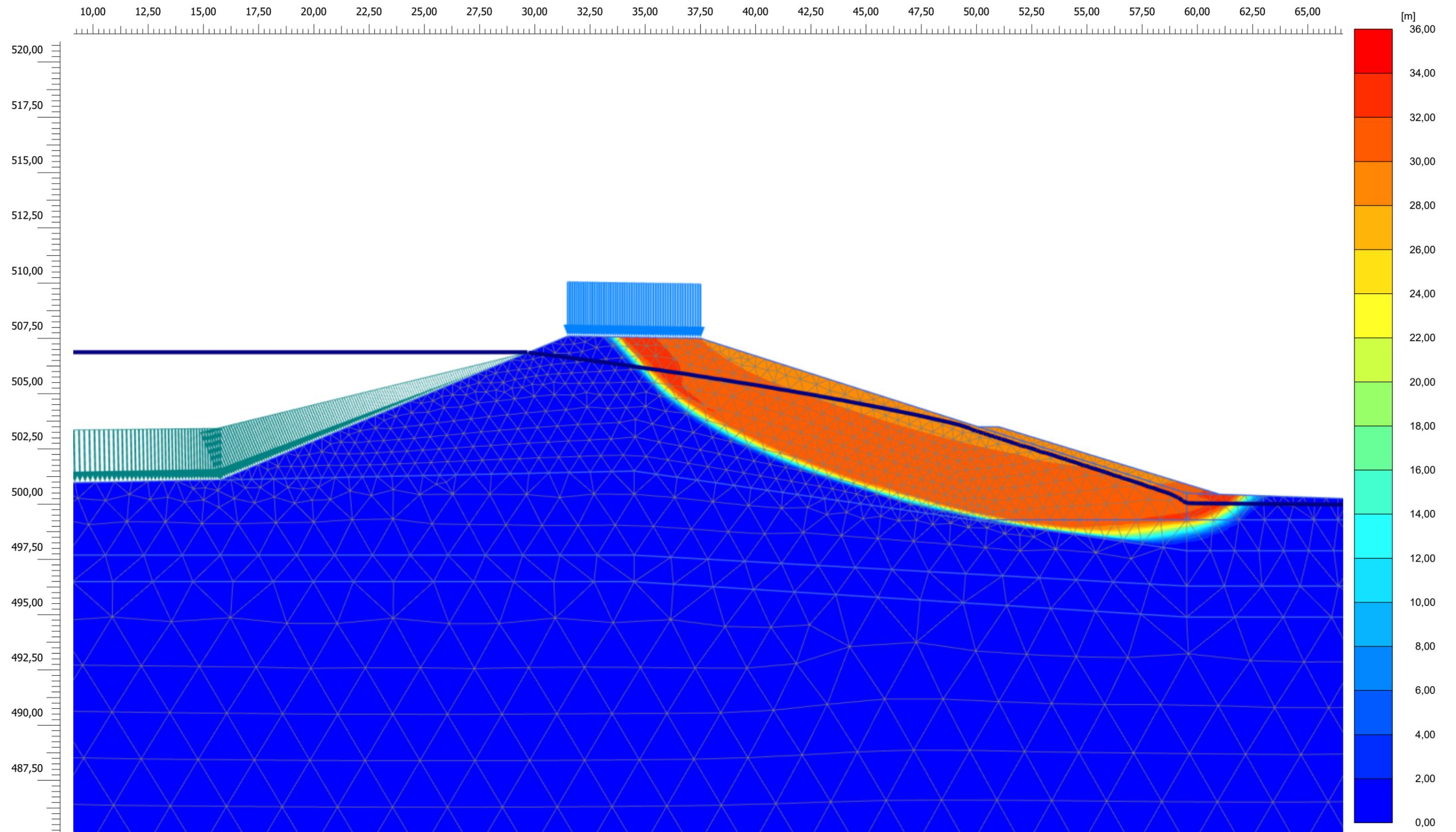
Project description
11.3 Standsicherheit HQ1000 (BHQ1) zh1

Date
05.08.2021

Project filename
Dammprofil 2 Auflastdrän

Step
233

Company
Dr. -Ing. Georg Ulrich



Total displacements |u| (scaled up 0,0500 times)

Maximum value = 34,66 m (Element 1142 at Node 15235)



PLAXIS® 2D
CONNECT Edition

Project description

11.4 Standsicherheit HQ10000 (BHQ2) zh2

Project filename

Dammprofil 2 Auflastdrän

Step

133

Company

Dr. -Ing. Georg Ulrich

Date

05.08.2021