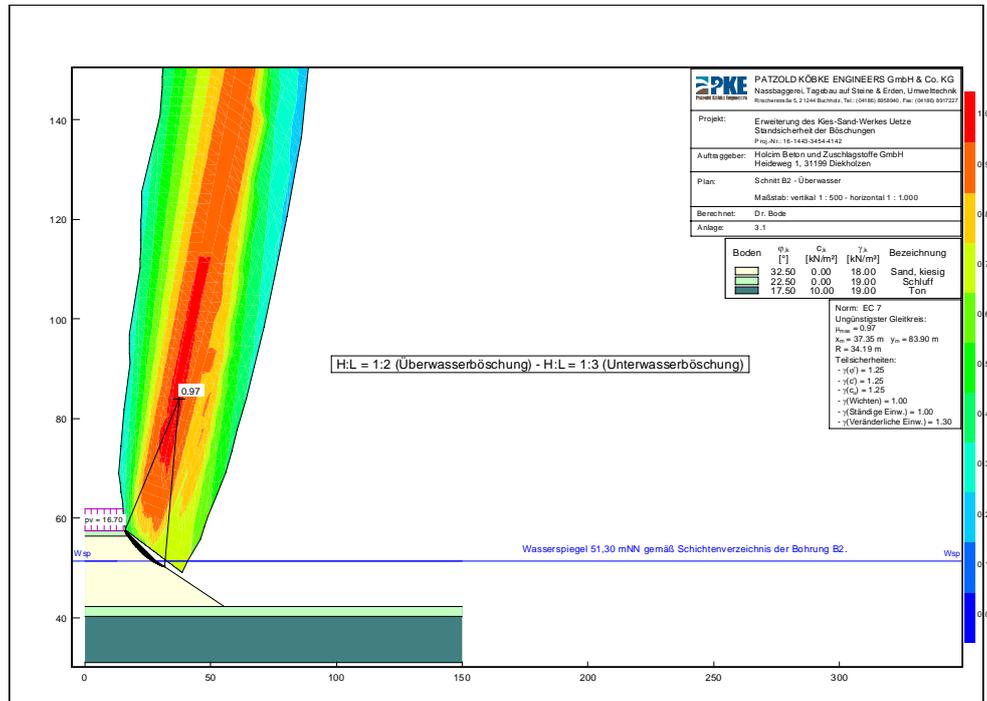


Änderung und Erweiterung des Kiessandabbaus im Kieswerk Uetze

Standsicherheitsuntersuchung der Böschung



im Auftrag von



Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH

Willy-Brandt-Straße 69
20457 Hamburg

ausgeführt von



PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & Co. KG

Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Erkundung, Kampfmittelbergung

Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: 04186-895 894 0, info@pk-engineers.de, www.pk-engineers.de

August 2019

Projektleiterin: Dipl.-Ing. Valesca Köbke-Patzold

Proj.-Nr.: 17-3454-0161

Standsicherheitsuntersuchung der Böschung im Kieswerk Uetze

Standsicherheitsuntersuchung der Böschung im Kieswerk Uetze					
PKE Dokumentennummer		Holcim_Standsicherheit_Uetze_190802.docx			
AG Dokumentennummer					
Revision	Status	Datum	Erstellt	Geprüft	Genehmigt
00	Erstfassung	02.08.2019	GB	VKP	JK

Signaturen:

GB Dr. Gernot Bode
VKP Dipl.-Ing. Valesca Köbke-Patzold
JK Dr.-Ing. Jörg Köbke

INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung und Bewertung.....	4
2. Veranlassung und Aufgabenstellung	5
3. Standort.....	5
4. Quellen und Unterlagen	7
5. Beschreibung des Baugrundes.....	7
6. Bodenverflüssigung	8
7. Untersuchung der Standsicherheit nach DIN 4084	10
7.1 Berechnungsverfahren	10
7.2 Nachweisformat	11
7.3 Bemessungssituation	11
7.4 Teilsicherheitskonzept.....	11
7.5 Modellaufbau	12
7.6 Berechnungsergebnisse	14
8. Untersuchung der Standsicherheit in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren	16
8.1 Box-Cut Baggerung.....	17
8.2 Berechnungsverfahren.....	18
8.3 Berechnungsergebnis.....	19
9. Angeführte Schriften.....	20

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Schichtenverzeichnisse von Aufschlussbohrungen
Anlage 3	Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084

1. ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

Die Fa. HOLCIM BETON UND ZUSCHLAGSTOFFE GMBH (Holcim), Willy-Brandt-Straße 69, 20457 Hamburg, beauftragte die Ingenieurgesellschaft PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (PKE), Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz in der Nordheide, mit Schreiben vom 16.11.2016 und gemäß Angebot vom 04.11.2016 im Rahmen eines Antrags auf Änderung und Erweiterung des Kiessandabbaus im Kieswerk Uetze mit der Durchführung einer Standsticherheitsuntersuchung der Böschung. Diese Untersuchung soll als Grundlage für ein Abbaukonzept der Vermeidung zukünftiger Böschungsrutschungen dienen, und zwar unter Einsatz einer Box-Cut Baggerung mit Abbaukontrolle.

Die Ergebnisse der Standsticherheitsberechnungen nach DIN 4084 und die Untersuchungen der Standsticherheit in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren zeigen, dass bei einer Böschungsneigung von H:L = 1:3,0 in der Unterwasserzone eine ausreichende Sicherheit gegen einen Böschungsbruch gegeben ist.

Die Aussagen zur Standsticherheit beschränken sich auf Ausführung der Baggerung mit einer Box-Cut Höhe $\leq 2,50$ m. Bei größerer Strossenhöhe oder Baggerung in unkontrollierter Ausführung ist die Böschungsneigung flacher zu wählen.

Die Ausbildung einer Wasserwechselzone zwischen Über- und Unterwasserzone ist durch eine Böschungsneigung von H:L = 1:5,0 zu berücksichtigen.

Zur Sicherung der Wasserwechselzone gegen Wellenschlag und Erosion sind gegebenenfalls ingenieurbioologische oder wasserbauliche Maßnahmen zu treffen.

Die Ergebnisse der Standsticherheitsberechnungen nach DIN 4084 zeigen weiterhin, dass bereits bei einer Böschungsneigung von H:L = 1:2,0 in der Überwasserzone in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes eine ausreichende Sicherheit gegen einen Böschungsbruch gegeben ist; selbst bei Ansatz einer Ersatzflächenlast von $16,7 \text{ kN m}^{-2}$ auf der Böschungsschulter für schwereren Verkehr. Eine Ausnahme hierbei stellt das Böschungssystem zur östlichen Feldesgrenze hin entlang des Katenser Weges dar; hier ist die Überwasserböschung mit einer Neigung von H:L = 1:2,5 oder flacher anzulegen.

2. VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Fa. HOLCIM BETON UND ZUSCHLAGSTOFFE GMBH (Holcim), Willy-Brandt-Straße 69, 20457 Hamburg, beauftragte die Ingenieurgesellschaft PATZOLD, KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG (PKE), Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz in der Nordheide, mit Schreiben vom 16.11.2016 und gemäß Angebot vom 04.11.2016 im Rahmen eines Antrags auf Änderung und Erweiterung des Kiessandabbaus im Kieswerk Uetze mit der Durchführung einer Standsicherheitsuntersuchung der Böschung. Diese Untersuchung soll als Grundlage für ein Abbaukonzept der Vermeidung zukünftiger Böschungsrutschungen dienen.

Das Gutachten wird nachstehend in 2-facher Ausfertigung und als *.pdf-Datei vorgelegt; der Bericht umfasst 20 Textseiten, 4 Abbildungen, 6 Tabellen und 3 Anlagen.

3. STANDORT

Das Untersuchungsgebiet liegt auf dem Blattschnitt der Topographischen Karte 1:25.000, Blatt 3527 Uetze, im Südwesten der gleichnamigen Ortschaft und erstreckt sich auf Flurstücke im Süden der Bundesstraße B188. Siehe Abbildung 1, Abbildung 2 und Anlage 1 in diesem Zusammenhang.

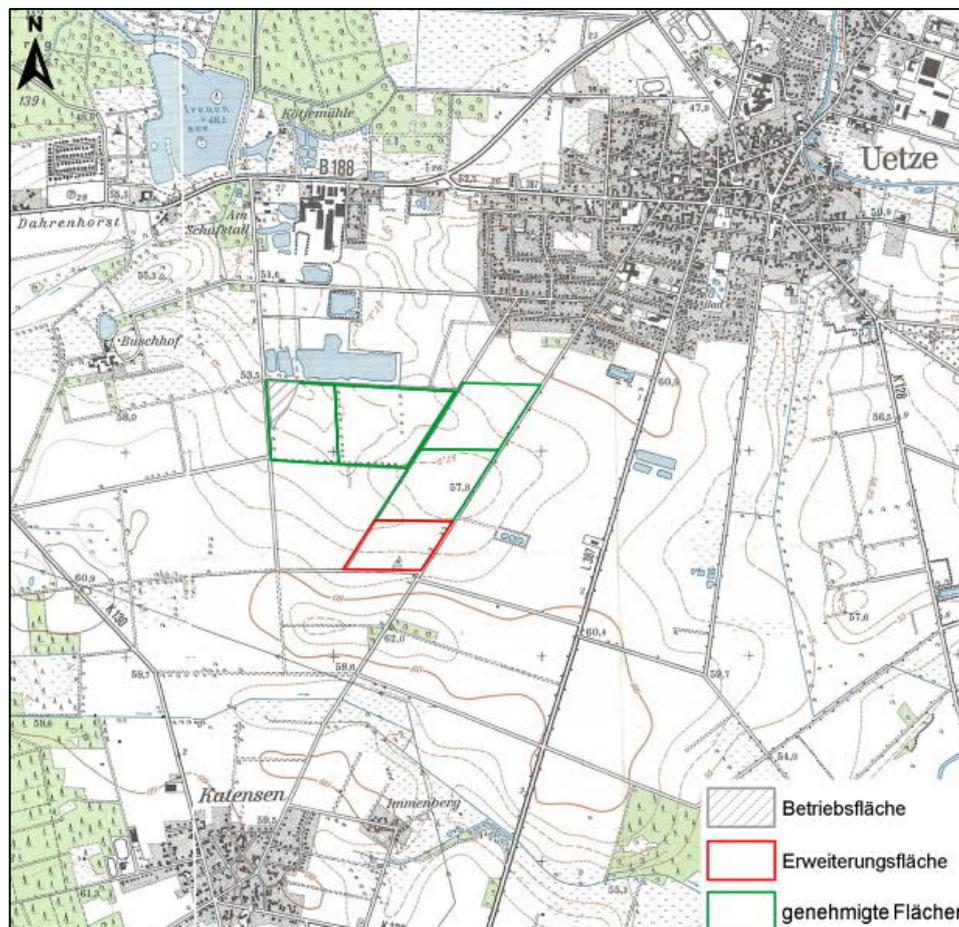


Abbildung 1: Lage des Kieswerks Uetze.

Standsicherheitsuntersuchung der Böschung im Kieswerk Uetze

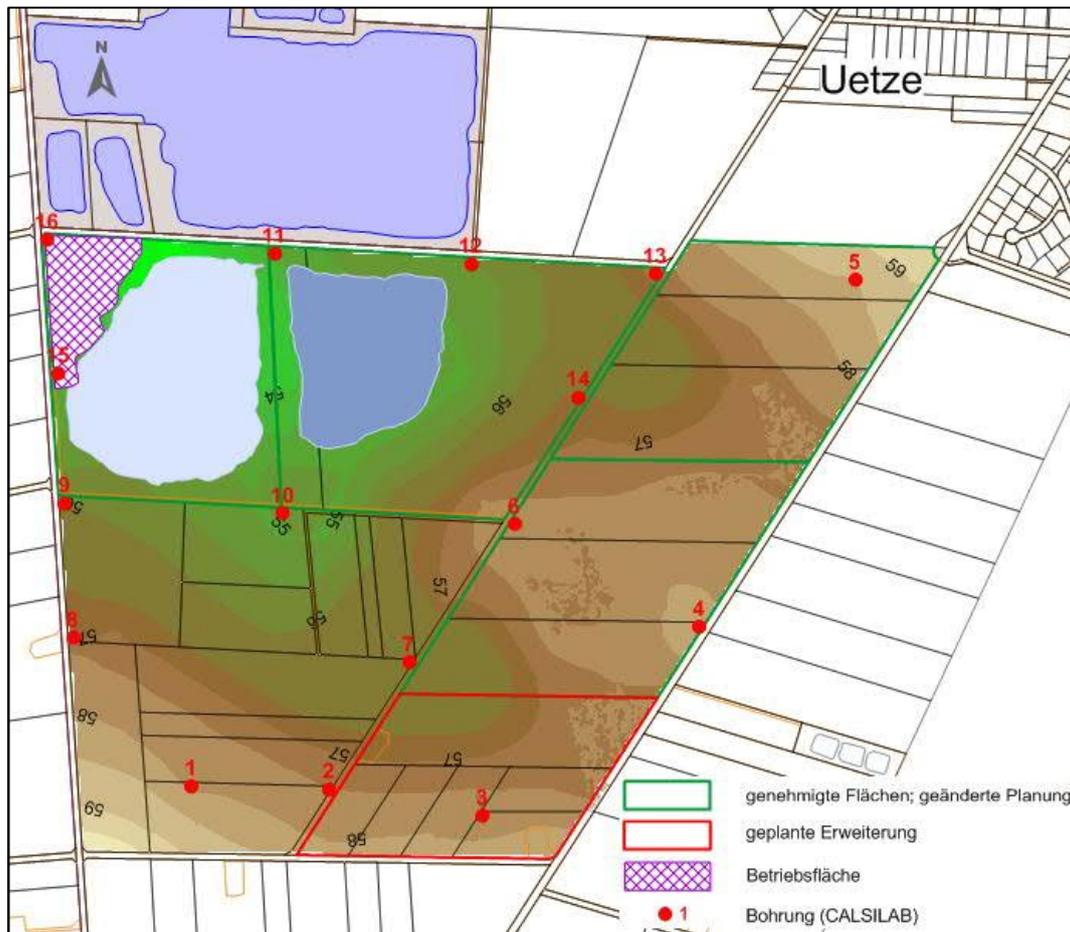


Abbildung 2: Erstreckung des Kieswerks Uetze.

Der Schwerpunkt des Untersuchungsgebietes ergibt sich im System Gauß-Krüger in etwa durch folgende Koordinaten: Rechtswert 580200 – Hochwert 5812000 [UTM ETRS89 32N].

Die Geländehöhe liegt bei rd. 52 bis 60 mNN, im Bereich von Aufhaldungen und Verwallungen auch darüber.

Im Hinblick auf die Gestaltung der Böschung war bei den bisherigen Betrachtungen [2] auf eine unkontrollierte Baggerung abgestellt worden. Mit Einführung der Box-Cut Baggerung am Standort unter Einsatz einer Abbaukontrollanlage ist eine Revision der Standsicherheitsuntersuchungen vorzulegen.

Eine Übersicht zur Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet wird in [2], [3], [4] und [5] gegeben. Gemäß [1] ergibt sich folgendes Bild: Das Nutzbare im Untersuchungsgebiet stellen glazifluviale Ablagerungen des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit dar (qD/S/no/gf//). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Sand, der bereichsweise kiesig ausgebildet ist, oder aber teilweise auch um sandigen Kies. Abschnittsweise sind diese Sedimente durch sogenannte "Umlagerungen" (qh///z//) überdeckt. Die Standrohrspiegelhöhen betragen im Untersuchungsgebiet in der Regel rd. 50,0 bis 52,5 mNHN, entsprechend Grundwasserflurabständen zwischen rd. 5,0 und 2,5 m.

Weitere Einzelheiten zum Baugrund sind Kapitel 5 zu entnehmen.

4. QUELLEN UND UNTERLAGEN

Zur Anfertigung des vorliegenden Gutachtens standen die in Tabelle 1 angeführten Quellen und Unterlagen zur Verfügung. Eigene Untersuchungen und Geländearbeiten wurden seitens des Gutachters nicht durchgeführt.

<i>Ref. Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>
[1]	NIBIS® Kartenserver (2014): Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
[2]	DR.-ING. THADE GERHARDT – BERATENDER INGENIEUR IM BAUWESEN (2002): Kieswerk Uetze, Sandabbau bei Uetze, Landkreis Hannover, Untersuchung zur Standsicherheit der Böschungen. – 10 S., 2 Anl.; Hannover. [unveröff.]
[3]	H.-WILFRIED LÜBKE (2001): Geohydrologisches Gutachten zu den Auswirkungen des geplanten Bodenabbaus in der Gemarkung Uetze auf die Grundwasserhältnisse für die Helmut Himstedt GmbH & Co. KG in Edemissen. – 17 S., 9 Anl.; Steinhude. [unveröff.]
[4]	IGU – INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK UND UMWELTMANAGEMENT PROF. DR.-ING. SALOMO + PARTNER MBH (2010): Standsicherheitsnachweise von Windkraftanlagen im Bereich eines abzubauenen Kies- und Sandvorkommens in der Gemeinde Uetze. – 19 S., 2 Anl.; Uelzen. [unveröff.]
[5]	DR. H.-U. OPPERMANN – CALSILAB (2012): Sandabbau Uetze IV – Lage der Bohrprofile. – 1 Kt.; Wölpinghausen. [unveröff.]

Tabelle 1: Unterlagen zur Anfertigung des vorliegenden Berichtes.

5. BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDES

Die Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet ist den Schichtenverzeichnissen aus [5] in Anlage 2 zu entnehmen. Dabei handelt es sich um die Verzeichnisse zu den Bohrungen B1 bis B16.

Unter Mutterboden, der im Zuge der Bohrkampagne durchgängig in einer Mächtigkeit von rd. 0,3 m erbohrt wurde, wurde in den Bohrungen B2, B10, B15 und B16 Schluff und Ton in einer Mächtigkeit von bis zu rd. 1,0 m angetroffen. Dabei handelt es sich um sogenannte "Umlagerungen" (qh///z//)

Im Liegenden folgt bis zur Basis des Quartär glazifluviatiler Sand des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit dar (qD/S/no/gf//), der in den Bohrungen B7 und B10 Einschaltungen von Kies in Mächtigkeiten zwischen 1,9 und 5,4 m enthält. Die Basis des Kies-Sandes liegt zwischen 6,1 m u. Geländeoberkante (GOK) in der Bohrung B4 und 21,5 m u. GOK in der Bohrung B15. Auffallend sind erhebliche Mächtigkeitsschwankungen auf kürzere Entfernungen. Im Liegenden des Nutzbaren folgen Schluff und Ton, deren stratigraphische Einstufung nicht ganz klar ist.

Die Bodenkennwerte, die zur Charakterisierung der oben angeführten Schichtglieder und für erdstatische Berechnungen im Rahmen des vorliegenden Gutachtens zugrunde gelegt wurden, sind Tabelle 4 auf Seite 13 zu entnehmen.

6. BODENVERFLÜSSIGUNG

Die Bodenverflüssigung ist nach den langjährigen und praxisbezogenen Erfahrungen des Gutachters in vielen Fällen letztlich die wesentliche Ursache für einen möglichen Schadensfall, der sich aus der Interaktion von Gewinnungstätigkeit und Baugrund ergibt. Vor diesem Hintergrund soll im Vorwege der nachfolgenden Standsicherheitsbetrachtungen überprüft werden, ob und gegebenenfalls inwieweit die im Kieswerk Uetze anstehenden Bodenarten ein signifikantes Verflüssigungspotential aufweisen.

Prinzip der Bodenverflüssigung

Zur Betrachtung der bei Bodenverflüssigung – als "Setzungsfließen" im Sinne von TERZAGHI – auftretenden Böschungsabflachungen mit entsprechenden Rückgriffweiten in das Hinterland, als ein Maß für die Bemessung einer Berme oder eines "Sperrstreifens" im Sinne von FÖRSTER & VOGT (1991) steht nach dem derzeitigen Stand der Technik und Wissenschaft kein geeignetes Berechnungsmodell zur Verfügung.

Bei Umlagerungsbewegungen im Zuge der Gewinnung kann es mit einem Anstieg des Porenwasserüberdruckes zum Verlust der Scherfestigkeit und Lastabtragung über das Korngemisch kommen: Der Boden verhält sich dann wie eine Flüssigkeit.

Kriterien der Bodenverflüssigung

Auf allgemeine Kriterien zur Beurteilung des Verflüssigungspotentials von Böden wird nachstehend hingewiesen:

"Gleichförmige und feine Sande neigen grundsätzlich mehr zur Bodenverflüssigung als ungleichförmige und grobe Sande. Entscheidenden Einfluss hat die Lagerungsdichte. Je lockerer der Sand gelagert ist, umso eher ist mit einer Verflüssigung zu rechnen. Bei sonst gleichen Bedingungen nimmt die Neigung zur Verflüssigung mit der Zunahme der wirksamen Spannungen im Boden ab. Bei hochliegendem Grundwasserspiegelstand ist die Gefahr der Verflüssigung größer als bei tiefem Grundwasserstand. ... Böden, deren Körnung im Bereich zwischen Mittelschluff und Grobsand liegt, sind verflüssigungsgefährdet. Dies gilt besonders für Feinsande. Bei Kiesen tritt Verflüssigung nur kurzzeitig auf. Deshalb können keine schädlichen Schubverformungen auftreten." (KERNTECHNISCHER AUSSCHUSS, 1990 b)

Zur Beurteilung des Verflüssigungspotentials eines Bodens werden beispielsweise von SEED & IDRIS (1971) und RAJU (1994) weiterführende Kriterien angeführt. Diese lassen sich offensichtlich ohne weiteres auf die Verhältnisse bei der Gewinnung von Sand und Kies übertragen.

Zur Abschätzung des Verflüssigungspotentials wird vom KERNTECHNISCHEN AUSSCHUSS (1990 b) ein empirisch gefundenes und recht einfaches Verfahren nach SEED & IDRIS (1971) beschrieben:

Die Kornsummenkurve des zu betrachtenden Bodens ist in ein entsprechendes Diagramm wie in Abbildung 3 einzutragen. Liegt der wesentliche Anteil der Kornverteilungskurve außerhalb der aufgetragenen Zone 1 oder 2, ist eine Verflüssigung nicht anzunehmen. Liegt der wesentliche Anteil der Kornverteilungskurve hingegen innerhalb der jeweiligen Zone 1 oder 2, ist eine Verflüssigung nicht auszuschließen. Ein Verflüssigungspotential ist dabei nach MEYER & FRITZ (2001) im besonderen Maße für die zentrale Zone 2 anzunehmen.

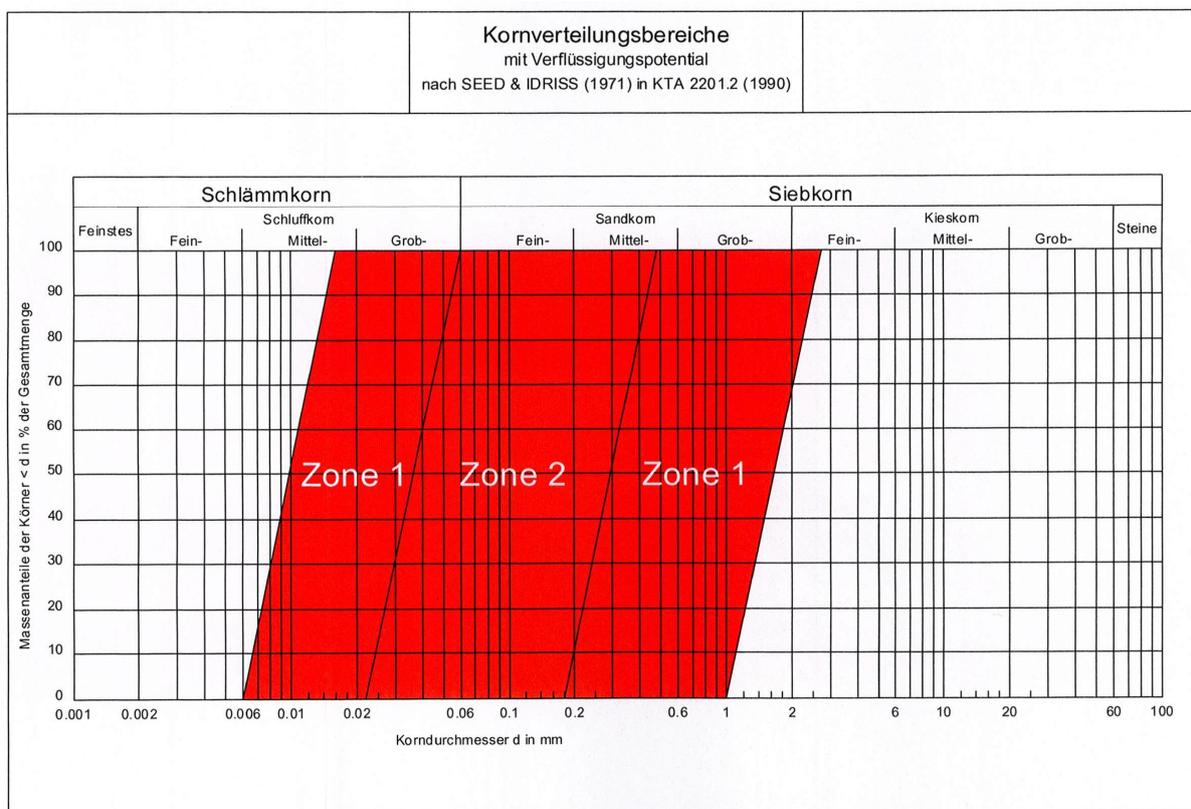


Abbildung 3: Kornverteilungsbereiche mit Verflüssigungspotential.

Auf Grundlage der Beschreibung des Baugrundes in Kapitel 5 ist vor diesem Hintergrund nicht davon auszugehen, dass die im Kieswerk Uetze anstehenden Bodenarten ein signifikantes Verflüssigungspotential aufweisen, da diese sich nicht einer einzelnen Zone in Abbildung 3 zuordnen lassen.

7. UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT NACH DIN 4084

7.1 BERECHNUNGSVERFAHREN

Als Berechnungsverfahren zur Untersuchung der Standsicherheit der Grubenböschung wurde zunächst das Lamellenverfahren für Kreisgleitflächen nach BISHOP eingesetzt.

Das Verfahren kann sowohl bei homogenem als auch bei geschichtetem Boden angewendet werden. Dabei wird als Versagensmechanismus eine starre Bruchscholle angenommen, die als Gleitkörper auf einer kreiszylindrischen Gleitfläche abrutscht.

Der Bruchkörper wird in vertikale und möglichst gleich breite Lamellen mit hinreichend geringer Lamellenbreite zerlegt. Dabei wird in jeder Lamelle die gekrümmte Gleitfuge näherungsweise durch deren Tangente ersetzt.

An den Lamellen treten außer den Lasten aus Eigengewicht, Verkehr etc. und den Scherkräften in der geprüften Gleitebene zusätzlich Erddruckkräfte an den Lamellenflanken auf, die bei der Betrachtung berücksichtigt werden müssen. Die Richtung und Verteilung der Erddruckkräfte sind unbekannt – beim Verfahren von BISHOP werden diese Kräfte horizontal angenommen.

Zur Berechnung der unbekanntenen Kräfte und des Ausnutzungsgrades steht neben dem Kräftegleichgewicht in vertikaler und tangentialer Richtung an der Einzellamelle das Momentengleichgewicht zur Verfügung. Setzt man hier die Summe der Momente aus Erddruckkräften zu Null, so kann der Ausnutzungsgrad μ einfach errechnet werden:

$$\mu = \frac{\text{Mobilisierte Scherfestigkeit}}{\text{Entwurfsgröße der Scherfestigkeit}}$$

Für einige Randbedingungen gilt dann gleichwertig:

$$\mu = \frac{\text{Abtreibende Momente}}{\text{Rückhaltende Momente}}$$

Die Grundlagen des Berechnungsverfahrens nach BISHOP sind in DIN 4084 beschrieben; hier wird auch auf weiterführende Literatur verwiesen.

Bei dem behandelten Böschungsbruchansatz nach BISHOP handelt es sich um ein statisch unbestimmtes Problem, für das nur iterative Lösungen möglich sind. Dazu werden sowohl die Lagen der Gleitfugen als auch die Mittelpunkte der Gleitkreise variiert. Für jede der Fugen ist der Ausnutzungsgrad μ zu ermitteln. Maßgebend ist schließlich die Gleitfuge mit dem größten Ausnutzungsgrad. Der Nachweis der Standsicherheit ist erfüllt, wenn $\mu \leq 1,0$ ist.

Als Rechenprogramm zur Berechnung der Standsicherheit der Böschungsgeometrien wird das Programm GGU Stability, Version 12.00 vom 30.08.2016, eingesetzt.

7.2 NACHWEISFORMAT

Im Sinne des Eurocodes EC 7 handelt es sich bei einem Böschungsbruch um ein Versagen des Gesamtsystems. Die Untersuchung der Böschungsbruchsicherheit stellt dementsprechend eine Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – dar. Informativ handelt es sich im Sinne der DIN 1054:2005 dabei um den Nachweis für den Grenzzustand 1C.

7.3 BEMESSUNGSSITUATION

Im Sinne des EC 7 ist die Bemessungssituation BS-P zugrunde zu legen: "*Den ständigen Situationen (Persistant situations), die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen, wird die Bemessungssituation BS-P zugeordnet. Hierbei werden ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen berücksichtigt.*" Informativ handelt es sich im Sinne der DIN 1054:2005 dabei um den Nachweis für den Grenzzustand 1C.

7.4 TEILSICHERHEITSKONZEPT

In der Untersuchung der Böschungsbruchsicherheit für das Erdbauwerk im Untersuchungsgebiet ist das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 enthalten.

Grundsätzlich werden die durch das Bodengleichgewicht und eventuell angreifende Streckenlasten hervorgerufene charakteristische Werte von Einwirkungen und Beanspruchungen durch Teilsicherheitsbeiwerte γ_G bzw. γ_Q gemäß Tabelle A 2.1 in DIN 1054:2010 erhöht (s. Tabelle 2).

Die Berücksichtigung der Sicherheit auf der Widerstandsseite erfolgt durch Abminderung der Scherparameter φ_k bzw. c_k analog der Definition nach FELLENIUS mit den in DIN 1054:2010 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten γ_φ bzw. γ_c gemäß Tabelle A 2.2 (s. Tabelle 3).

Im Rahmen der durchgeführten Berechnungen wird, wie bereits oben erläutert, ausschließlich die Bemessungssituation BS-P betrachtet, auf die sich das Teilsicherheitskonzept gemäß DIN 1054:2010 bezieht, wie nachstehend tabelliert.

<i>Bemessungssituation</i>		<i>BS-P</i>	<i>BS-T</i>	<i>BS-A</i>
<i>Einwirkungen</i>				
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00
Veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00

Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte zu Einwirkungen und Beanspruchungen für die Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – nach DIN 1054:2010.

<i>Bemessungssituation</i>		<i>BS-P</i>	<i>BS-T</i>	<i>BS-A</i>
<i>Bodenkenngröße</i>				
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$	γ_φ	1,25	1,15	1,10
Kohäsion c'	γ_c	1,25	1,15	1,10

Tabelle 3: Teilsicherheitsbeiwerte zu geotechnischen Kenngrößen für die Betrachtung zum Grenzzustand des Versagens durch den Verlust der Gesamtstandsicherheit – GEO-3 – nach DIN 1054:2010.

7.5 MODELLAUFBAU

Schichtenfolge

Die Schichtenfolge des Baugrundmodells wurde in Anlehnung an die Schichtenverzeichnisse zu den Aufschlussbohrungen in [5] erstellt. Eine Auflage aus Mutterboden wurde nicht berücksichtigt, da diese im Sinne der Aufgabenstellung nicht von Bedeutung ist. Soweit sinnvoll und fachlich vertretbar wurden einzelne Schichtglieder aus der Schichtaufnahme zusammengefasst. Geringmächtige Einschaltungen von wenigen Zentimetern bis Dezimetern wurden beim Modellaufbau, auch im Hinblick auf die Grenzen der Auflösung im Rechenprogramm, vernachlässigt. Aus Analogieschlüssen zu Schichtenverzeichnissen von Erkundungsbohrungen aus der weiteren Umgebung des Betrachtungsgebietes [1] wurde das Baugrundmodell über die Endteufe der eingangs genannten Baugrundaufschlüsse hinaus erweitert.

Wasserstand

Die Berücksichtigung des Grundwassers bei Standsicherheitsuntersuchungen erfolgt im Rechenprogramm über Porenwasserdrucklinien. Als Wasserstand wurden entsprechend den Angaben in den Schichtenverzeichnissen in [5] Standrohrspiegelhöhen angesetzt, die im Zuge der Bohrarbeiten angetroffen wurden. Auf den Ansatz von influenten oder effluenten Strömungsverhältnissen wurde verzichtet, da diese im Untersuchungsgebiet im Hinblick auf geringe Schwankungen der hydraulischen Potentialverteilung kaum ausgeprägt sind.

Böschungsgeometrie

Als Böschungssystem wurde Überwasser eine Neigung von H:L = 1:2,0 – abschnittsweise im Nachgang auch von H:L = 1:2,5 – und Unterwasser eine Neigung von H:L = 1:3 zugrunde gelegt. Als Grenze zwischen Über- und Unterwasserböschung in den Berechnungsmodellen wurden die Standrohrspiegelhöhen gemäß Schichtenverzeichnissen definiert. Die Anlage von Wasserwechselzonen wurde im Rahmen der Modellbildung für die erdstatischen Berechnungen vernachlässigt.

Geotechnische Kennwerte

Der Ansatz der geotechnischen Kennwerten für die zu betrachtenden Böden im Untersuchungsgebiet erfolgte auf der sicheren Seite liegend sowie unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnissen von Baugrunduntersuchungen entsprechend den Angaben in [2] (s. Tabelle 4).

Im Berechnungsprogramm werden auftretende Wasserdrücke über Porenwasserdrücke berücksichtigt, so dass für die Standsicherheitsuntersuchungen die Trockenwichte γ des Bodens anstelle der Wichte des Bodens unter Auftrieb γ' verwendet wird. Standortsspezifische Ansätze der Bodenkennwerte sind den Berechnungsmodellen in Anlage 3 zu entnehmen.

#	Bodenart	Kürzel	φ_k [°]	c_k [kN m ⁻²]	γ_k [kN m ⁻³]
1	Sand; kiesig	S;g	32,5	0,0	18,0
2	Schluff	U	22,5	0,0	19,0
3	Ton	T	17,5	10,0	19,0
4	Kies	G	35,0	0,0	20,0

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte.

Verkehrslast

Auf der sicheren Seite liegend wird als Verkehrslast auf der Böschungsoberkante eine Ersatzflächenlast von 16,70 kN m⁻² für schwereren Verkehr entsprechend den Lasten der Brückensklasse 30/30 nach alter DIN 1072 berücksichtigt.

7.6 BERECHNUNGSERGEBNISSE

Die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084 sind in Anlage 3 und Tabelle 5 angeführt. Auf eine Betrachtung und Darstellung von flach einschneidenden Gleitkreisen mit z.T. höheren Ausnutzungsgraden wurde verzichtet, da diese nur Hautrutschungen repräsentieren, die für die Standsicherheit der Böschung nicht maßgeblich sind. Die Berechnungsergebnisse stellen sich wie folgt dar:

<i>Ausnutzungsgrad</i>	μ [-]	<i>Untersuchte Gleitkreise</i>	<i>Bemerkung</i>
Modell B2 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,97	75.137	Rechnerisch standsicher.
Modell B2 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,92	84.660	Rechnerisch standsicher.
Modell B3 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,95	74.220	Rechnerisch standsicher.
Modell B3 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,87	85.835	Rechnerisch standsicher.
Modell B4 (Überwasser H:L = 1:2,0 / Unterwasser H:L = 1:3,0)	1,05	98.958	Nicht standsicher.
Modell B4 (Überwasser H:L = 1:2,5 / Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,94	98.554	Rechnerisch standsicher.
Modell B5 (Überwasser H:L = 1:2,0 / Unterwasser H:L = 1:3,0)	1,03	85.652	Nicht standsicher.
Modell B5 (Überwasser H:L = 1:2,5 / Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,91	85.652	Rechnerisch standsicher.
Modell B6 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,96	72.541	Rechnerisch standsicher.
Modell B3 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,81	80.280	Rechnerisch standsicher.
Modell B7 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,90	73.181	Rechnerisch standsicher.
Modell B7 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,86	83.508	Rechnerisch standsicher.
Modell B10 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,98	70.498	Rechnerisch standsicher.
Modell B10 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,81	78.711	Rechnerisch standsicher.
Modell B11 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,95	72.069	Rechnerisch standsicher.
Modell B11 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,78	79.827	Rechnerisch standsicher.
Modell B12 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,96	72.683	Rechnerisch standsicher.
Modell B12 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,80	79.969	Rechnerisch standsicher.
Modell B13 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,95	73.141	Rechnerisch standsicher.
Modell B13 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,81	78.379	Rechnerisch standsicher.
Modell B14 (Überwasser H:L = 1:2,0)	0,96	70.277	Rechnerisch standsicher.
Modell B14 (Unterwasser H:L = 1:3,0)	0,76	76.944	Rechnerisch standsicher.

Tabelle 5: Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchung nach DIN 4084.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsuntersuchung nach DIN 4084 unter den getroffenen Annahmen in Kapitel 7.5 eine ausreichende Standsicherheit bei einer Böschungsneigung Unterwasser von H:L = 1:3,0 erkennen lassen. Steilere, aber auch flachere Böschungskonfigurationen, wurden nicht untersucht, da hier nur die Bereitstellung einer Grundlage für die Anfertigung eines Abbaukonzeptes Gegenstand der Betrachtung ist.

Wellenschlag und Schwankungen der Wasserstände sind durch die Anlage einer Wasserwechselzone mit einer Neigung von $H:L = 1:5,0$ oder flacher entsprechend den Beobachtungen bei BODE (2005) zu berücksichtigen.

Kleinräumigen Erosionen der Wasserwechselzone durch Wellenschlag ist durch eine ingenieurbio-logische oder wasserbauliche Sicherung entgegenzuwirken.

Die Aussage im Hinblick auf die Standsicherheit berücksichtigt jedoch an dieser Stelle noch keine dynamischen Einwirkungen auf die Unterwasserböschung in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren (Box-Cut Verfahren), wie bei BODE (2005) untersucht. Dies betrifft auch die Betrachtungen bei [2]. Die Untersuchung der Standsicherheit wird nachstehend in Kapitel 8 auf die Betrachtung dieser Aspekte erweitert.

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 zeigen weiterhin, dass bereits bei einer Böschungsneigung von $H:L = 1:2,0$ in der Überwasserzone in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes eine ausreichende Sicherheit gegen einen Böschungsbruch gegeben ist; selbst bei Ansatz einer Ersatzflächenlast von $16,7 \text{ kN m}^{-2}$ auf der Böschungsschulter für schwereren Verkehr. Eine Ausnahme hierbei stellt das Böschungssystem zur östlichen Feldesgrenze hin entlang des Katenser Weges dar; hier ist die Überwasserböschung mit einer Neigung von $H:L = 1:2,5$ oder flacher anzulegen. Dies belegen die Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen, die auf Grundlage der Schichtenverzeichnisse zu den Aufschlussbohrungen B4 und B5 angestellt wurden.

8. UNTERSUCHUNG DER STANDSICHERHEIT IN ABHÄNGIGKEIT VOM GEWINNUNGSVERFAHREN

Die betriebliche Realität zeigt, dass sich die Unterwasserböschungen bei der Gewinnung von Sand und Kies in anderer Neigung einstellen, als die üblichen Berechnungsverfahren in DIN 4084 erwarten lassen. Mit erdstatischen Verfahren nach BISHOP, BOROWICKA, FELLENIUS, FRÖHLICH, JANBU, KREY und MORGENSTERN & PRICE sowie anderen Autoren in DIN 4084 werden mit vorgegebenen Bodenkennwerten die aktivierten Scherfestigkeiten in verschiedenen Ebenen, auch polygonartigen, oder kreisförmigen Gleitflächen berechnet. Der natürliche Spannungs- und Verformungszustand wird dabei jedoch ebenso wenig wie der tatsächliche Verlauf der Versagensfläche bestimmt: Diese können in erheblichem Maße von den angenommenen Verhältnissen und den erdstatischen Modellen abweichen.

Eine rechnerische Berücksichtigung von dynamischen Einwirkungen durch die unterschiedlichen Gewinnungsverfahren und Gewinnungsgeräte oder eine entsprechende Betrachtung von dynamischen Prozessen durch das ständige Auftreten von Rutschungen und Trübeströmen im Zuge der Abbautätigkeit – mit maßgeblicher Bedeutung für die jeweils herstellbare Böschungeneigung – ist damit nicht möglich. Mit Überwindung der anwendungsspezifischen Beschränkungen von erdstatischen Verfahren in DIN 4084 und kontinuumsmechanischen Methoden wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes des INGENIEURBÜROS DR.-ING. V. PATZOLD ein Planungssystem entwickelt, bei dem durch eine ganzheitliche Betrachtung der lagerstätten-, gewinnungsverfahren- und gewinnungsgerätebedingten Einflussfaktoren nachvollziehbare Empfehlungen zur standortabhängigen Gestaltung von Böschungssystemen gegeben werden können (BODE, 2005). Dies konnte unter anderem durch statistische Auswertung von zahlreichen Echolotpeilungen aus den wichtigsten Sand- und Kieslagerstätten in Deutschland – unter granulometrischer, stratigraphischer und genetischer Zuordnung von charakteristischen Böschungssystemen zu verschiedenen Bodenarten und -gruppen oder Lagerstättentypen und -provinzen – erreicht werden.

Zur Minimierung des Böschungsbruchrisikos im Kieswerk Uetze ist die Ausführung einer Box-Cut Baggerung mit Abbaukontrolle im Sinne von BODE (2005), PATZOLD et al. (2008) und BODE & PATZOLD (2010) unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten alternativlos. Die Untersuchung der Standsicherheit in Abhängigkeit vom Gewinnungsverfahren wird deshalb untenstehend auf die Betrachtung der Box-Cut Baggerung bezogen.

Zum Verständnis der Ausführungen erfolgt nachstehend zunächst eine Kurzbeschreibung dieses Verfahrens.

8.1 BOX-CUT BAGGERUNG

Die Box-Cut Baggerung kann mit Gewinnungsgeräten, die mit zwangsgeführten und – schwieriger – auch mit nicht zwangsgeführten Lösewerkzeugen ausgerüstet sind, durchgeführt werden. Verfahrenstechnisch liegt das Box-Cut Verfahren zwischen profilgerechter Abgrabung und unkontrollierter Baggerung, mit fließenden Übergängen zu diesen beiden (s. Abbildung 4).

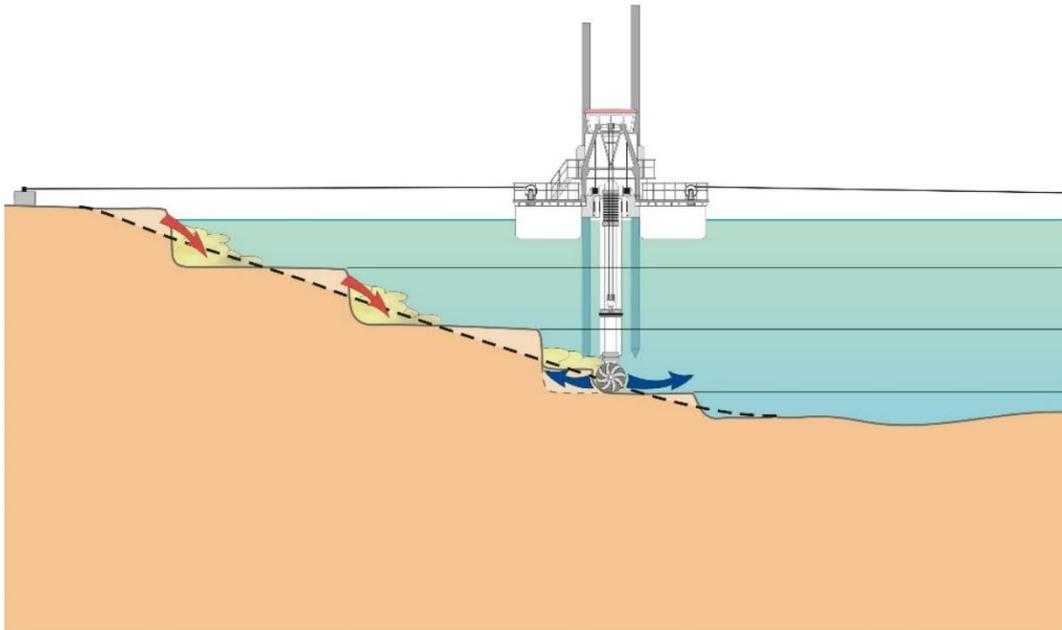


Abbildung 4: Prinzip der Box-Cut Baggerung (Erläuterung im Text).

Im Zuge der Gewinnung werden zahlreiche Strossen mit geringer Mächtigkeit und übersteilten Teilböschungen durch treppenstufenartige Schnittführung vom Hangenden zum Liegenden im gewachsenen Boden hergestellt, die anschließend mehr oder weniger planmäßig zu Bruch gehen.

Die Höhe der Box-Cuts ist den jeweiligen Verhältnissen vor Ort anzupassen. Dabei sind im Hinblick auf die unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften der Lockergesteine beispielsweise für Fein- bis Mittelsand geringere Strossenhöhen als für Kies-Sand zu wählen. Die Herstellung von gebrochenen Böschungssystemen mit unterschiedlichen Teilböschungsneigungen ist mit nur einem Grundsaugbagger ohne Abbaukontrollanlage nicht möglich. Als Grenze zwischen kontrollierter und unkontrollierter Abgrabung wird im Fein- bis Mittelsand eine Box-Cut Höhe von $\leq 2,50$ m und im Kies-Sand eine Strossenhöhe von $\leq 5,00$ m angesehen. Die Box-Cut Höhe ist gegebenenfalls den Betriebserfahrungen vor Ort anzupassen.

Grundsätzlich gilt für die Box-Cut Baggerung in der Böschung: Ausführung vom Hangenden zum Liegenden und in der Fläche. Eine Baggerung vom Liegenden zum Hangenden und auf einer Station hingegen kennzeichnet eine unkontrollierte Baggerung mit entsprechend resultierender Standsicherheitsgefährdung der Böschung.

Die Box-Cut Baggerung wird derzeit nicht nur im Wasserbau sondern in einer zunehmenden Anzahl von Einzelfällen auch beim Tagebau durchgeführt, teilweise als Auflage durch den Genehmigungsgeber; und zwar dann, wenn neben der Produktionsleistung eine gewisse Sorgfalt bei der Bauausführung Berücksichtigung findet. Dabei wird mit abnehmender Strossenhöhe bei der Böschungsbaggerung zugleich die Gefahr von Schadensfällen infolge von unkontrollierten Böschungsbrüchen erheblich verringert und letztlich der Ausbeutegrad in den Lagerstätten mit steileren Böschungsneigungen als bei der unkontrollierten Abgrabung erhöht. Darüber hinaus wird die akute Gefahr einer Bodenverflüssigung in entsprechend gefährdeten Böden gegenüber dem unkontrollierten Abbau vermindert.

Der Kontinuität der Box-Cut Baggerung in der Böschung – unter Einsatz einer Abbaukontrollanlage – ist besondere Sorgfalt zu widmen.

8.2 BERECHNUNGSVERFAHREN

Zur Gestaltung der Unterwasserböschung bei Box-Cut Baggerung wird bei BODE (2005) nachstehende Beziehung angeführt:

$$H:L_{erf.} = \left[\eta_{tab.} \cdot \alpha_{dyn.} \cdot \tan \frac{\varphi}{\gamma_{\varphi}} \right] \quad [1]$$

mit:	$H:L_{erf.}$	Neigungsverhältnis der Unterwasserböschung	[-]
	$\eta_{tab.}$	Standsicherheit aus Lastannahmen	[-]
	$\alpha_{dyn.}$	Abminderungsbeiwert für Gewinnungsverfahren	[-]
	φ	Reibungswinkel des Bodens	[°]
	γ_{φ}	Teilsicherheitsbeiwert für Reibungswinkel	[-]
und:	$\eta_{tab.}$	Ansatz siehe BODE (2005)	
	$\alpha_{dyn.} = 0,8$	Ansatz für Box-Cut Baggerung (Lösewerkzeug: zwangsgeführt; Strossenhöhe: klein)	
	$\alpha_{dyn.} = 0,7$	Ansatz für Box-Cut Baggerung (Lösewerkzeug: nicht zwangsgeführt; Strossenhöhe: groß)	
	$\varphi = \varphi'$	Ansatz für profilgerechte Baggerung	
	$\varphi = \varphi_c$	Ansatz für Box-Cut Baggerung	
	$\gamma_{\varphi} = 1,05$	Ansatz für mittleres Sicherheitsniveau	
	$\gamma_{\varphi} = 1,10$	Ansatz für hohes Sicherheitsniveau	

8.3 BERECHNUNGSERGEBNIS

Die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsberechnungen nach Gleichung [1] sind in Tabelle 6 angeführt.

Der Ansatz für den Reibungswinkel des Bodens erfolgte auf der sicheren Seite liegend als effektiver Reibungswinkel, der für den anstehenden kiesigen Sand entsprechend den Angaben in [2] zugrunde zu legen ist.

<i>Ansatz</i>		
$\eta_{tab.}$	[-]	0,9
$\alpha_{dyn.}$	[°]	0,7
φ	[°]	$\leq 32,5$
γ_{φ}	[-]	1,10
<i>Ergebnis</i>		
H:L <i>erf.</i>	[-]	$\leq 1:2,8$

Tabelle 6: Ergebnis der Standsicherheitsuntersuchung nach Gleichung [1] mit $\varphi \leq 32,5^\circ$.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach Gleichung [1] unter den getroffenen Annahmen eine ausreichende Standsicherheit für die Unterwasserzone bei einer Böschungsneigung von H:L = 1:3,0 erkennen lassen.

Diese Aussage beschränkt sich auf Ausführung der Baggerung im Box-Cut Verfahren mit einer Box-Cut Höhe $\leq 2,50$ m. Bei größerer Strossenhöhe oder unkontrollierter Baggerung ist die Böschungsneigung flacher zu wählen.

Die Berechnungsergebnisse und Empfehlungen im Rahmen dieses Gutachten stellen die Grundlage zur Erstellung eines Abbaukonzeptes für das Kieswerk Uetze dar.

Buchholz, den 07.08.2019

PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GMBH & CO. KG

Dipl.-Ing. Valesca Köbke-Patzold

i.A. Dr. Gernot Bode

Beratender Geowissenschaftler BDG

9. ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN

BODE, G. (2005): Zur Ausbildung und Gestaltung von Böschungssystemen bei der Gewinnung von Sand und Kies – Entwicklung eines Planungssystems. – Diss. Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Hannover: 177 S., 74 Abb., 65 Tab., 5 Anh.; Hannover.

BODE, G. & PATZOLD, V. (2010): Gestaltung von Unterwasserböschungen bei der Gewinnung von Sand und Kies – Strategien zur Vermeidung von Böschungsbrüchen. – *Advanced Mining Solutions* (8): 69-78; Clausthal-Zellerfeld.

FÖRSTER, W. & VOGT, A. (1991): Abschätzung der Rückgriffweite von Setzungsfließbrutschungen. – *Neue Bergbautechnik* 21 (10/11): 366-371; Leipzig (Dt. Verl. für Grundstoffindustrie).

KERNTECHNISCHER AUSSCHUSS (1990 b): Sicherheitstechnische Regel KTA 2201.2 – Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen – Teil 2: Baugrund; 7 S.; Köln, Berlin (Heymanns).

MEYER, H. & FRITZ, L. (2001): Unterwasserböschungen aus Sicht der Bodenmechanik. – *Zeitschrift für angewandte Geologie* 47 (1): 4-7; Stuttgart (Schweizerbart).

PATZOLD, V., GRUHN, G. & DREBENSTEDT, C. (2008): *Der Nassabbau – Erkundung, Gewinnung, Aufbereitung, Bewertung.* – 472 S., zahlr. Abb. und Tab.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

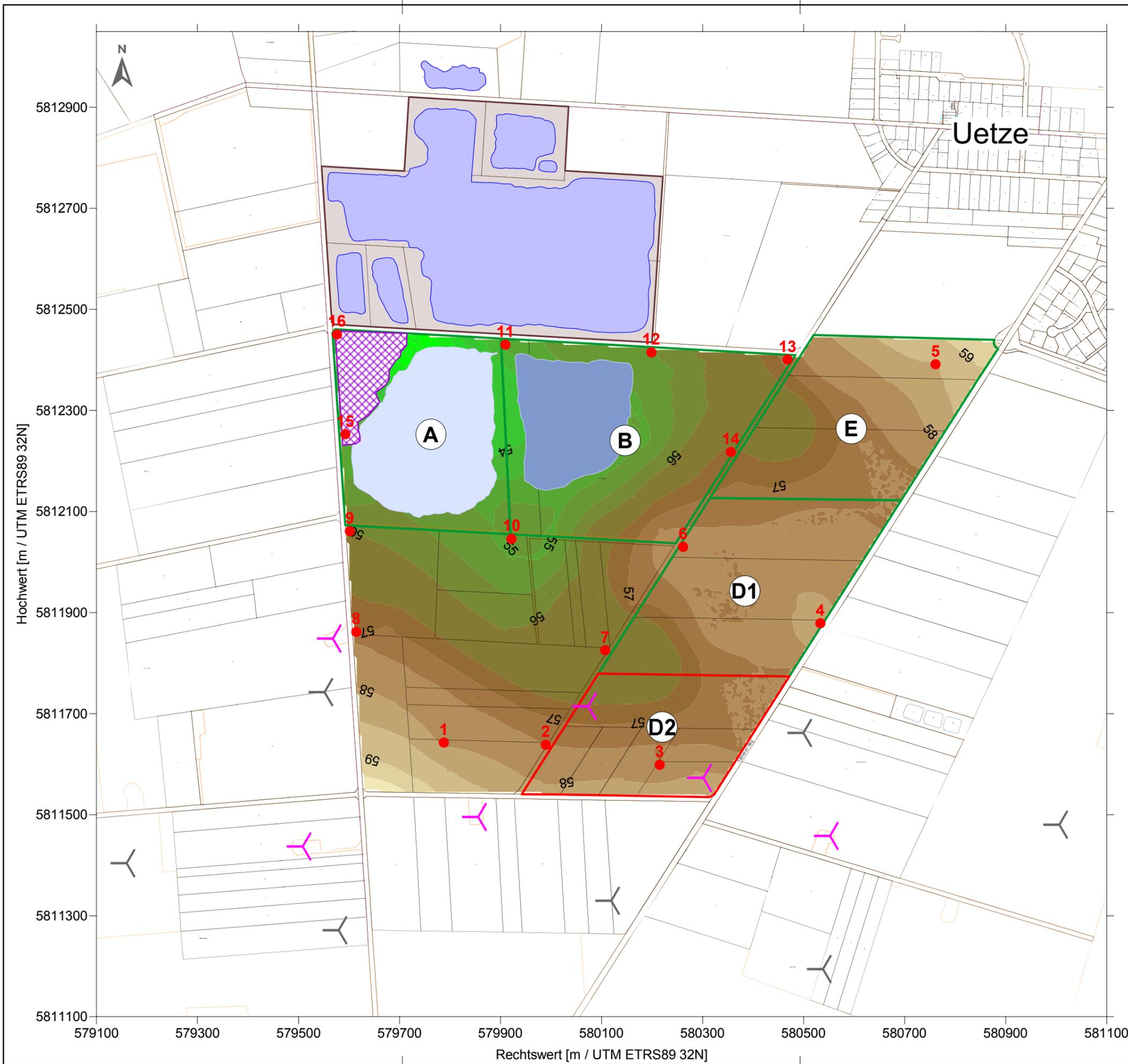
RAJU, V.-R. (1994): Spontane Verflüssigung lockerer granularer Körper – Phänomene, Ursachen, Vermeidung. – Diss. Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Karlsruhe – Veröffentlichungen des Institutes für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Fridericiana in Karlsruhe (134): 98 S.; Karlsruhe.

SEED, H. B. & IDRIS, I. M. (1971): Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. – *Journal of the soil mechanics and foundations division ASCE* (93) SM9: 1249-1273; New York.

ANLAGEN

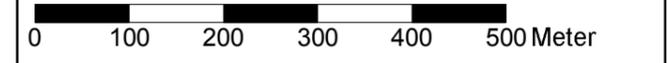
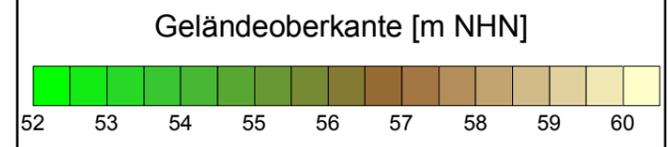
ANLAGE 1

Übersichtslageplan



Planzeichenerklärung

- genehmigte Flächen; geänderte Planung
- geplante Erweiterung
- abgebaute Bereiche
- Seefläche, Stand 10'17
- Altabbau Fa. Himstedt
- Betriebsfläche
- A Abbaufeld
- 1 Bohrung (CALSILAB)
- Y Windkraftanlage
- Y geplante Windkraftanlage



Kartengrundlage: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, ©2016

PKE Patzold, Köbke Engineers GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei · Tagebau · Erkundung · UXO
 Ritscherstraße 5, D-21244 Buchholz i. d. Nordheide
 Tel. +49 (0)4186-8958940

Projekt: **Antrag auf Änderung und Erweiterung des Kiessandabbaus im KW Uetze - Standsicherheit -**

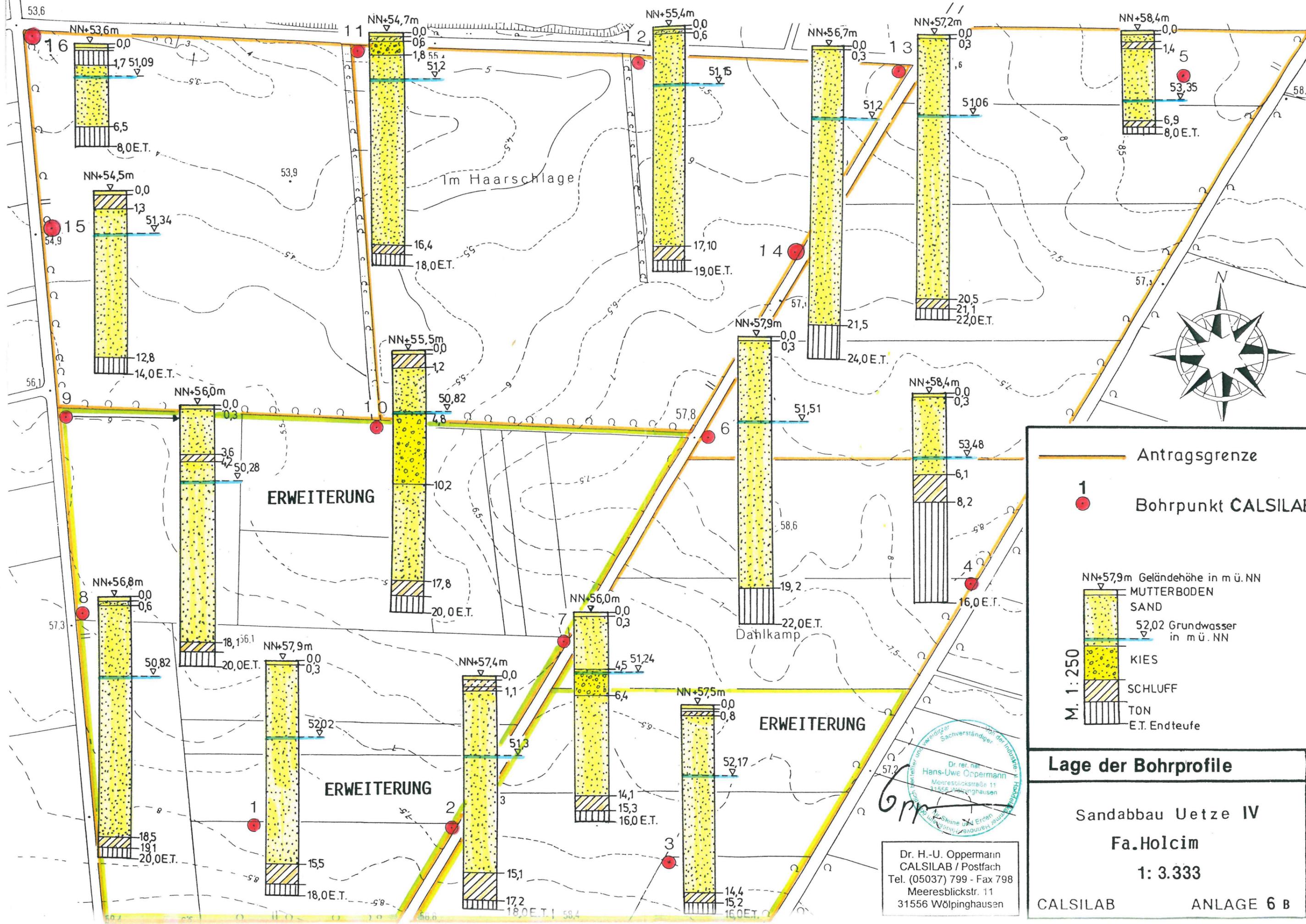
Auftraggeber: **Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH**
 Willy-Brandt-Straße 69, 20457 Hamburg

Plan: Lage Geländeoberkante Maßstab: **1 : 7.500** DIN A3

Gezeichnet	Datum	Name	
Geprüft	14.06.2019	AR	
	14.06.2019	Bode	
Datei:	Anlage 1_Übersichtsplan.srf		
PKE-Proj.-Nr.:	17-3454-0161	Anl.: 1	

ANLAGE 2

Schichtenverzeichnisse von Aufschlussbohrungen



— Antragsgrenze

1 Bohrpunkt CALSILAB

M. 1:250

NN+57,9m Geländeöhe in m ü. NN
 MUTTERBODEN
 SAND
 52,02 Grundwasser in m ü. NN
 KIES
 SCHLUFF
 TON
 E.T. Endteufe

Lage der Bohrprofile

Sandabbau Uetze IV

Fa. Holcim

1: 3.333

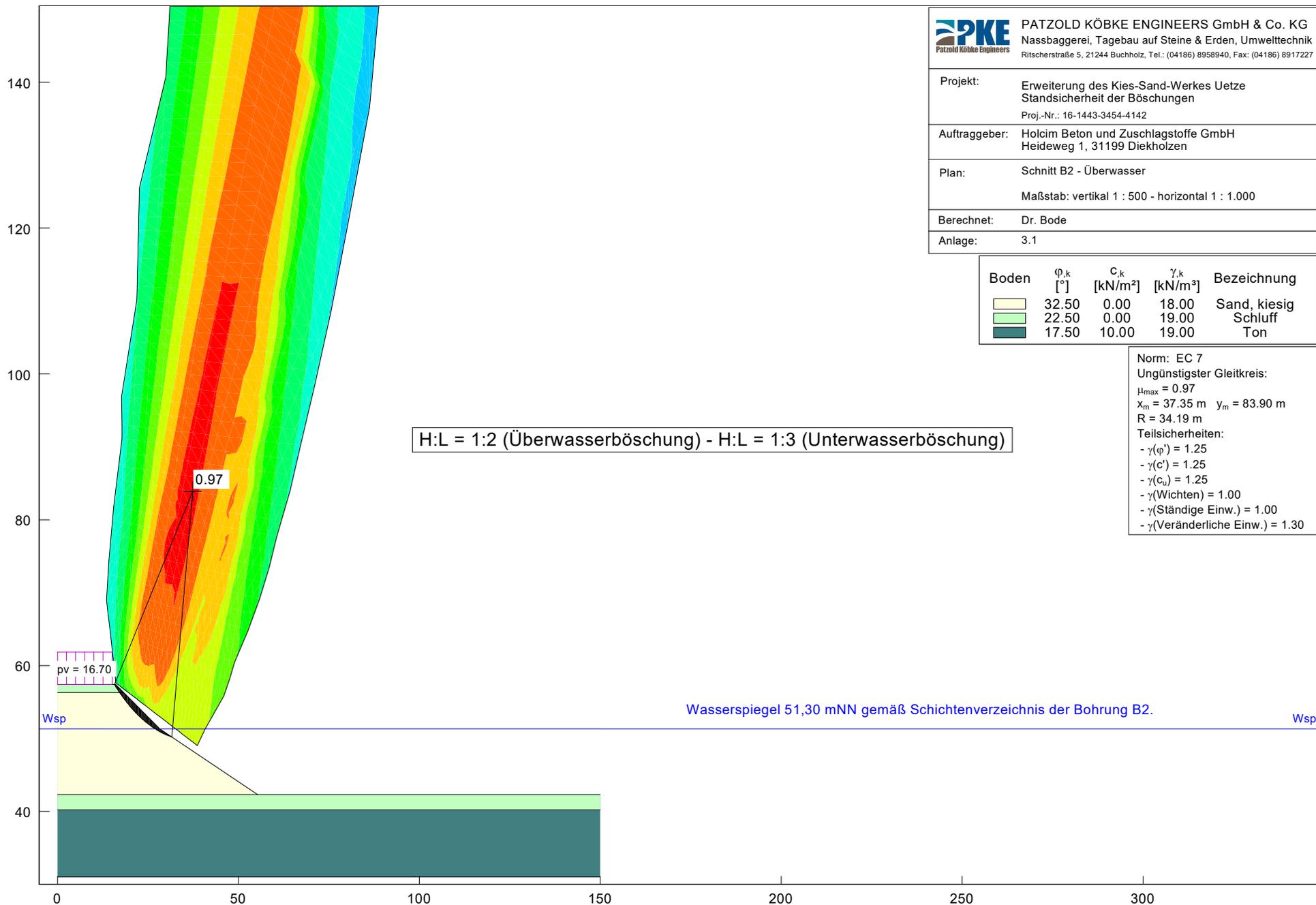
CALSILAB ANLAGE 6 B

Dr. rer. nat.
 Hans-Uwe Oppermann
 Meeresblickstraße 11
 31556 Wölpinghausen
 (Signature)

Dr. H.-U. Oppermann
 CALSILAB / Postfach
 Tel. (05037) 799 - Fax 798
 Meeresblickstr. 11
 31556 Wölpinghausen

ANLAGE 3

Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084



PKE PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B2 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.1

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.97$
 $x_m = 37.35 \text{ m}$ $y_m = 83.90 \text{ m}$
 $R = 34.19 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

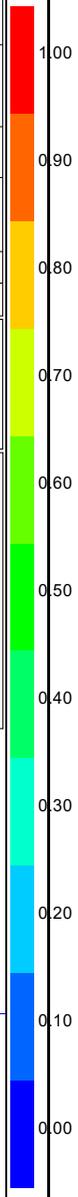
H:L = 1:2 (Überwasserböschung) - H:L = 1:3 (Unterwasserböschung)

pv = 16.70

Wsp

Wasserspiegel 51,30 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B2.

Wsp





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B2 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

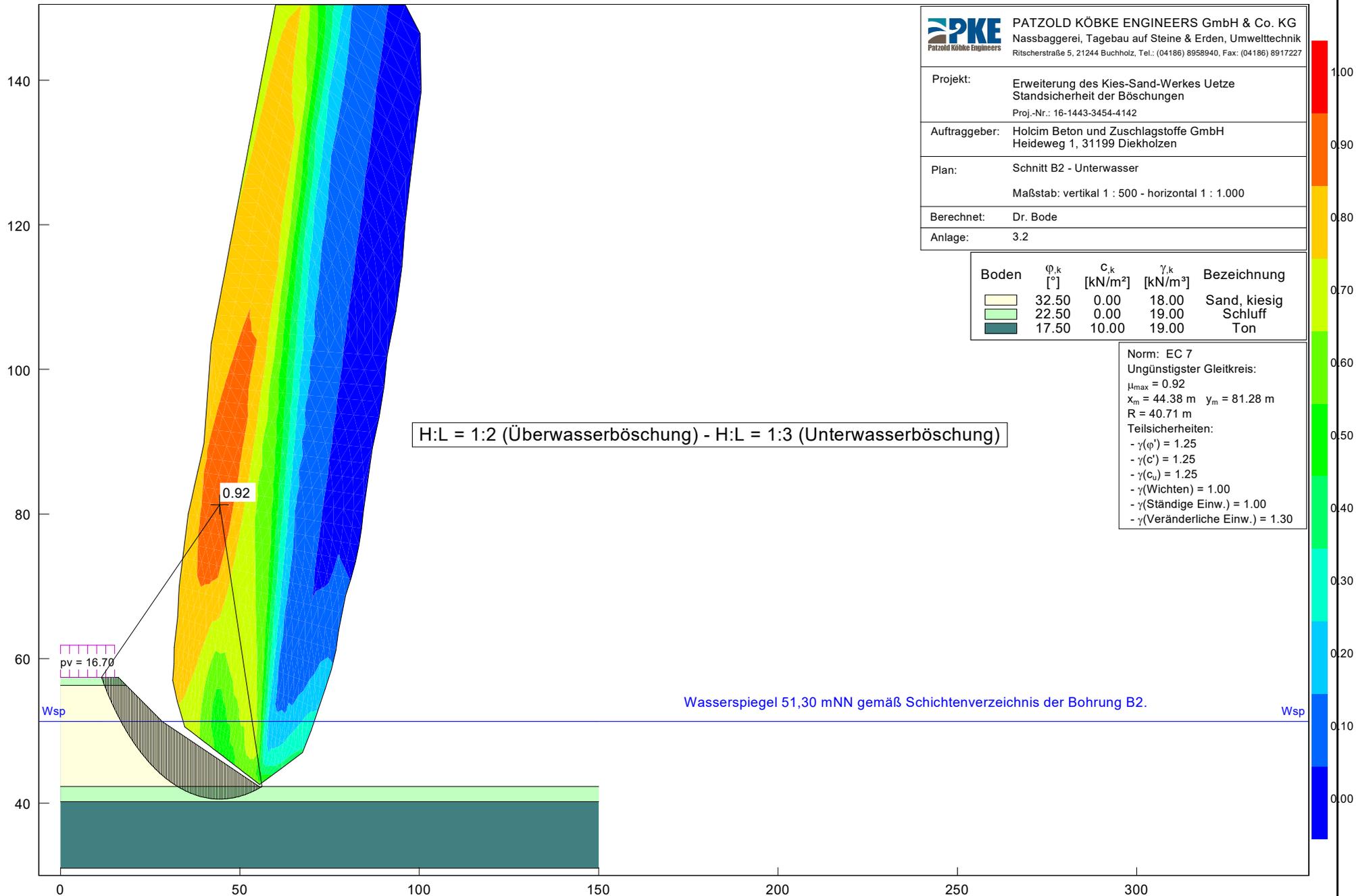
$\mu_{max} = 0.92$

$x_m = 44.38 \text{ m}$ $y_m = 81.28 \text{ m}$

$R = 40.71 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
Standisicherheit der Böschungen
Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B3 - Überwasser
Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.3

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.95$

$x_m = 30.61$ m $y_m = 70.31$ m

$R = 19.89$ m

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

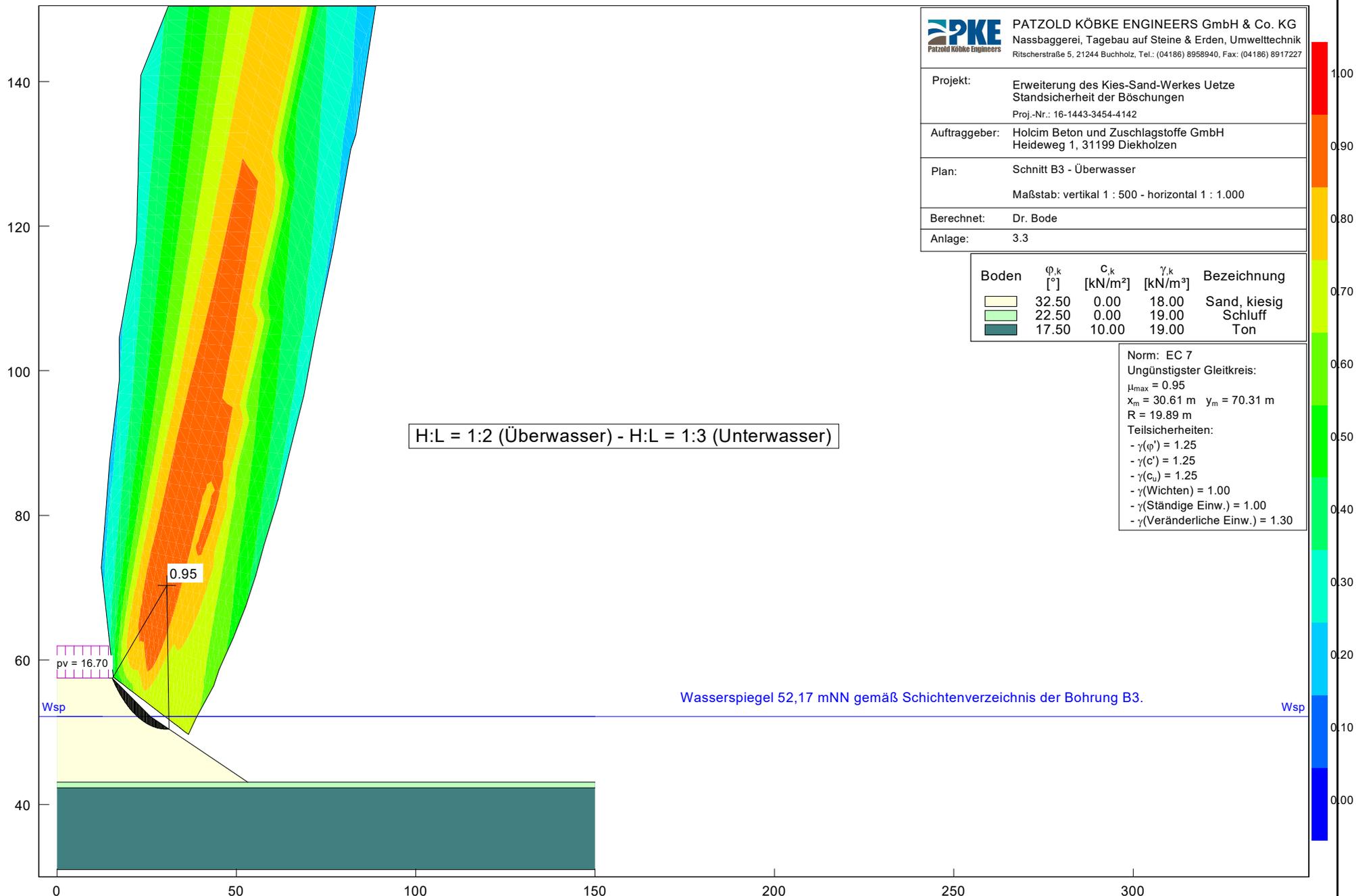
- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

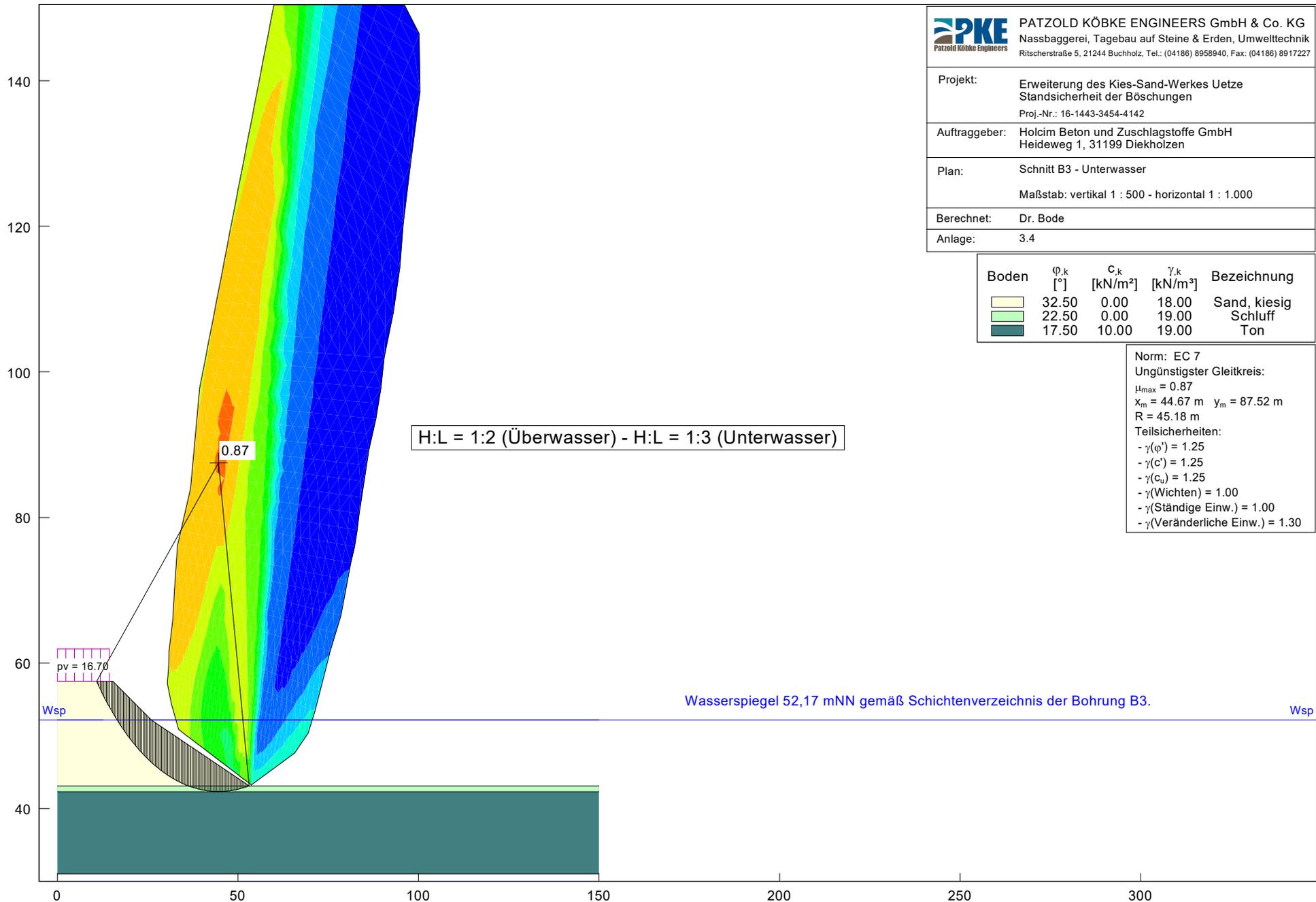
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 52,17 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B3.



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B3 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

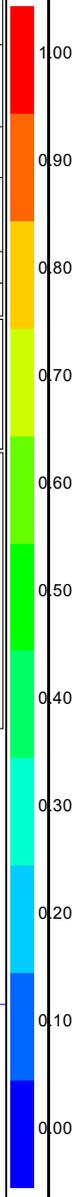
Anlage: 3.4

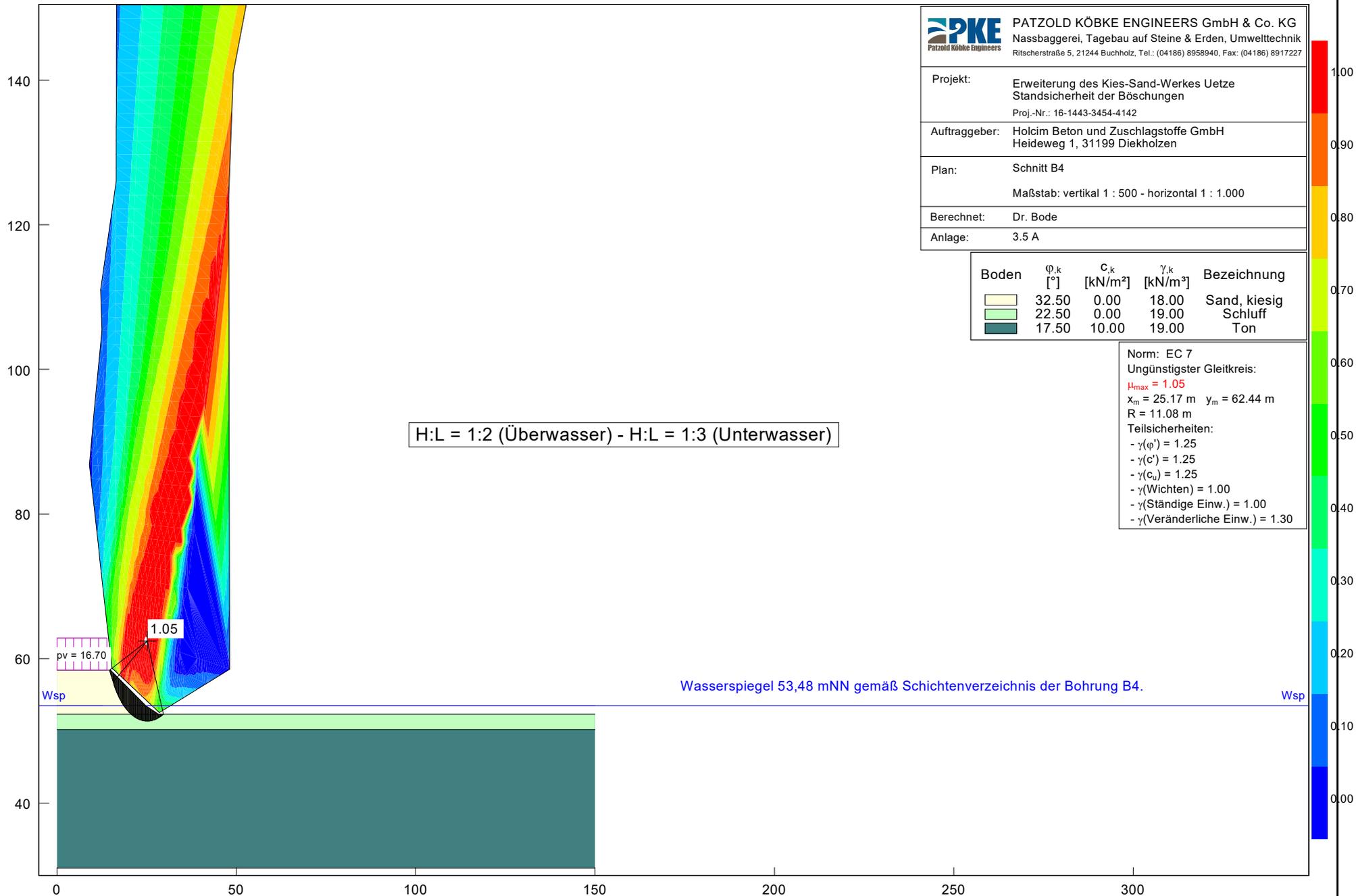
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
Yellow	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
Green	22.50	0.00	19.00	Schluff
Dark Green	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.87$
 $x_m = 44.67 \text{ m}$ $y_m = 87.52 \text{ m}$
 $R = 45.18 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 52,17 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B3.





H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

pv = 16.70

1.05

Wasserspiegel 53,48 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B4.



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

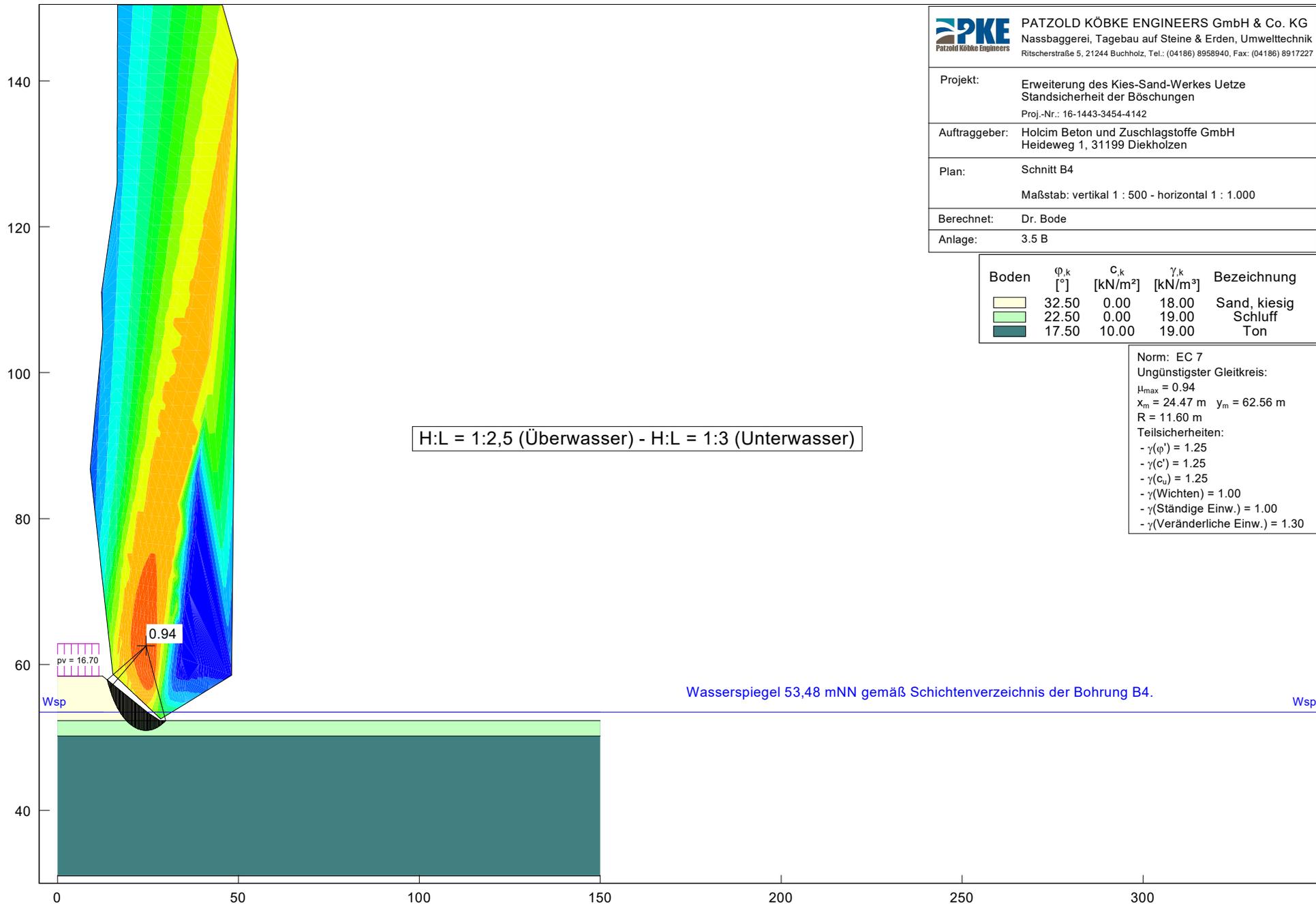
Plan: Schnitt B4
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.5 A

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.05$
 $x_m = 25.17$ m $y_m = 62.44$ m
 $R = 11.08$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



H:L = 1:2,5 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 53,48 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B4.



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B4
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.5 B

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

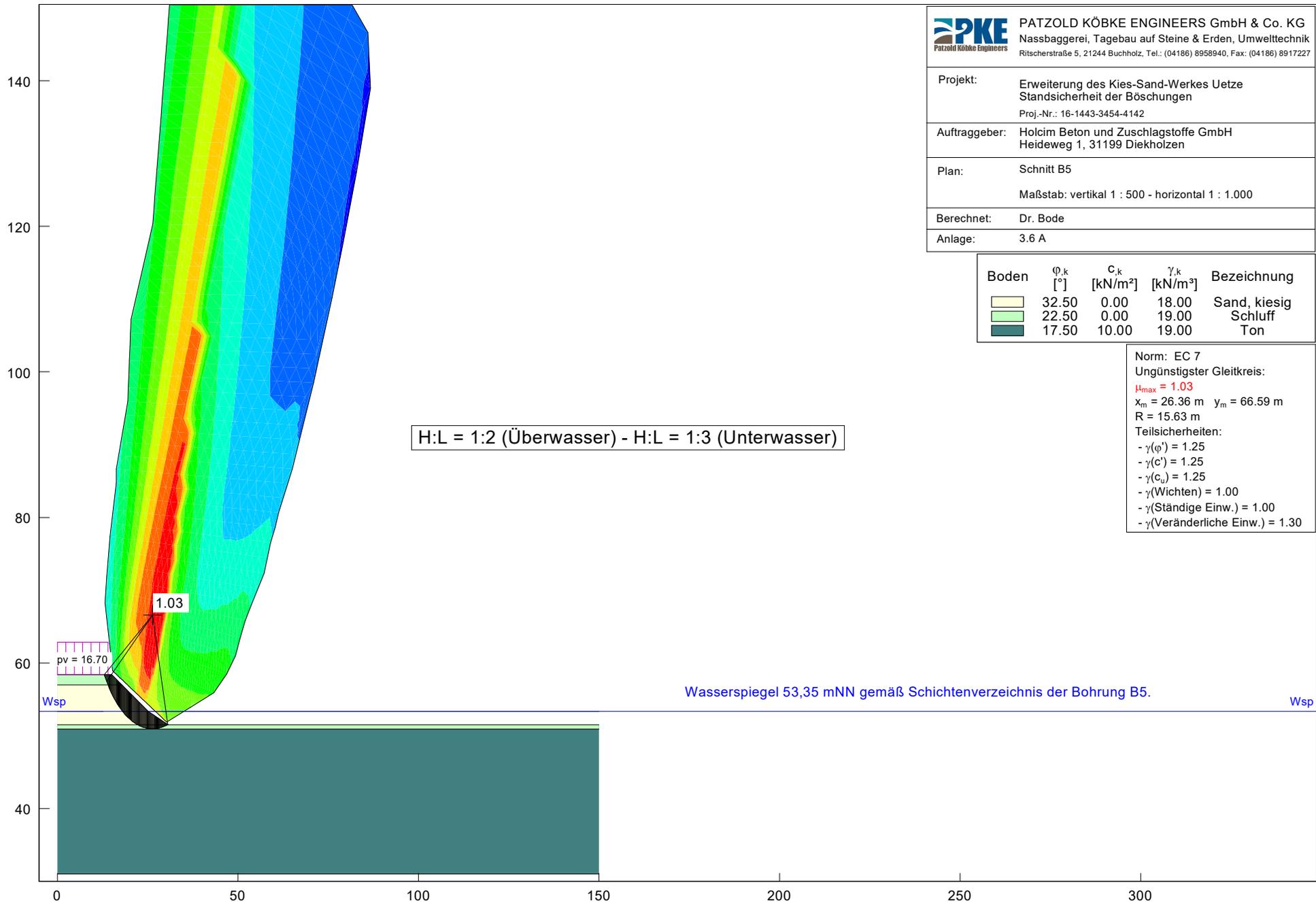
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.94$
 $x_m = 24.47 \text{ m}$ $y_m = 62.56 \text{ m}$
 $R = 11.60 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

pv = 16.70

0.94

Wsp

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B5
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.6 A

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
[Green]	22.50	0.00	19.00	Schluff
[Dark Green]	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.03$
 $x_m = 26.36$ m $y_m = 66.59$ m
 $R = 15.63$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

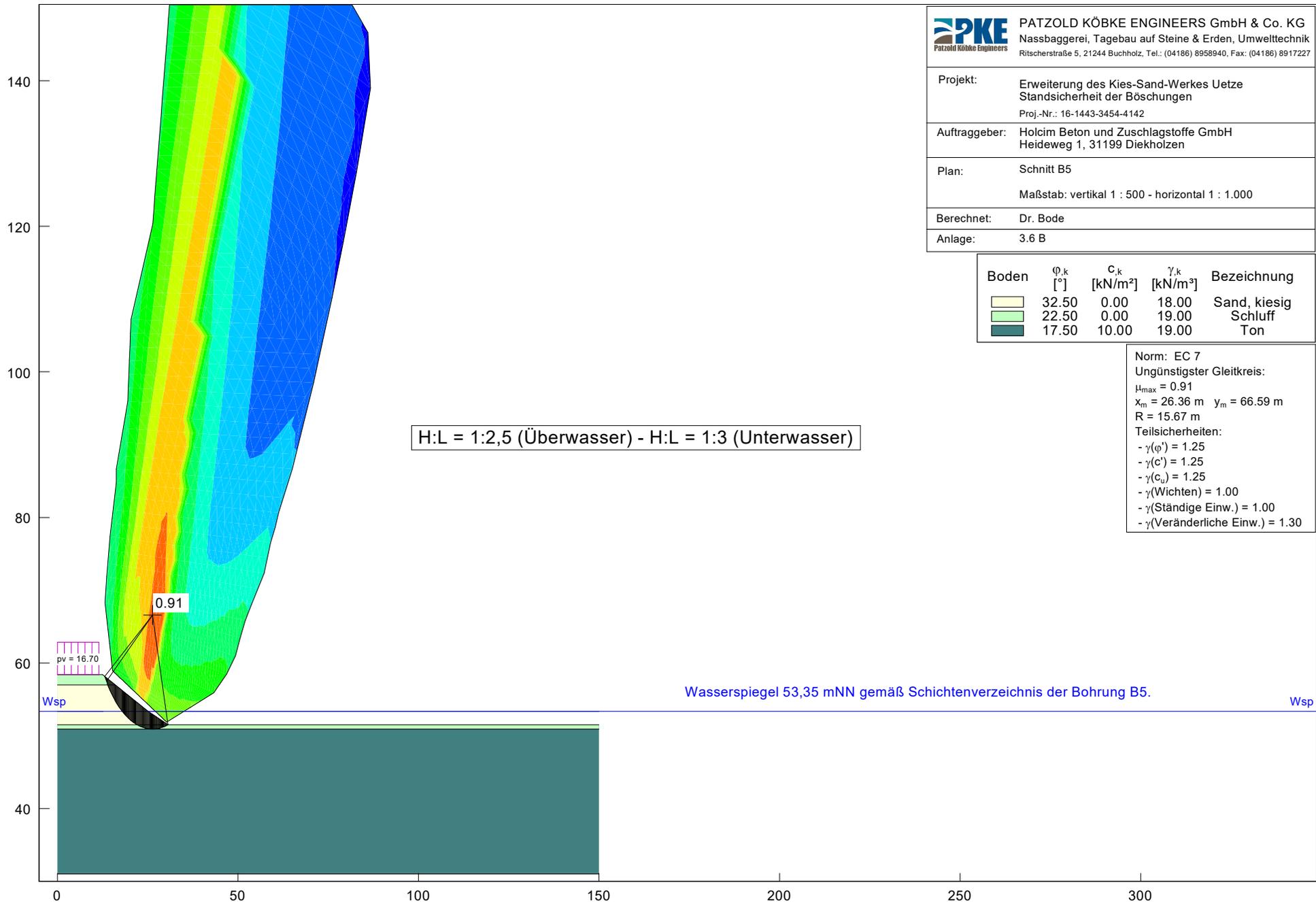
Wasserspiegel 53,35 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B5.

pv = 16.70

1.03

Wsp

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B5
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.6 B

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.91$
 $x_m = 26.36 \text{ m}$ $y_m = 66.59 \text{ m}$
 $R = 15.67 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

H:L = 1:2,5 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

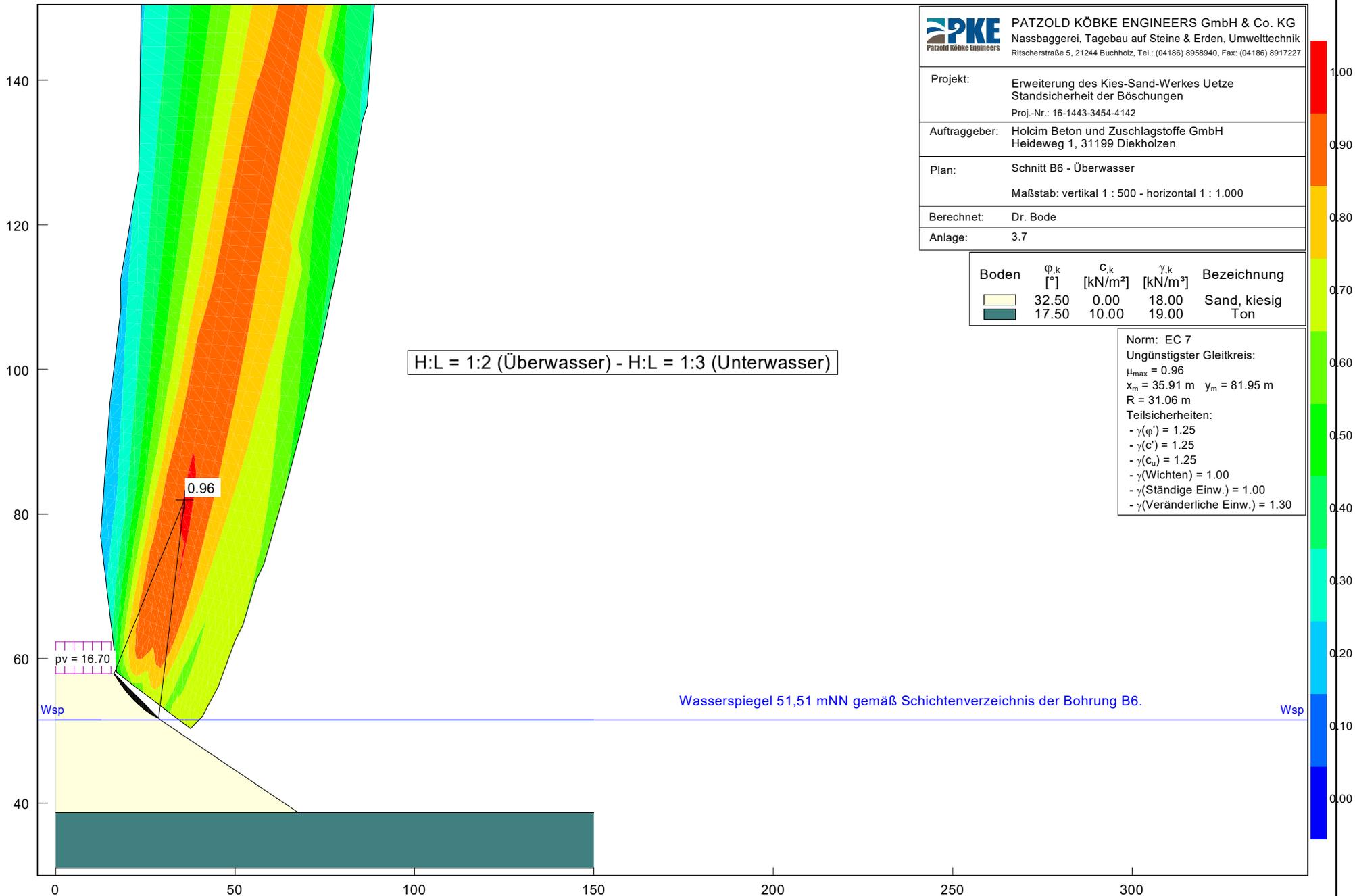
Wasserspiegel 53,35 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B5.

pv = 16.70

0.91

Wsp

Wsp



Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B6 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.7

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.96$
 $x_m = 35.91$ m $y_m = 81.95$ m
 $R = 31.06$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

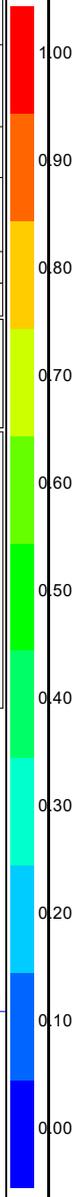
H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

pv = 16.70

Wsp

Wasserspiegel 51,51 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B6.

Wsp





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
Standsicherheit der Böschungen
Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
Heideweg 1, 31199 Diekholzen

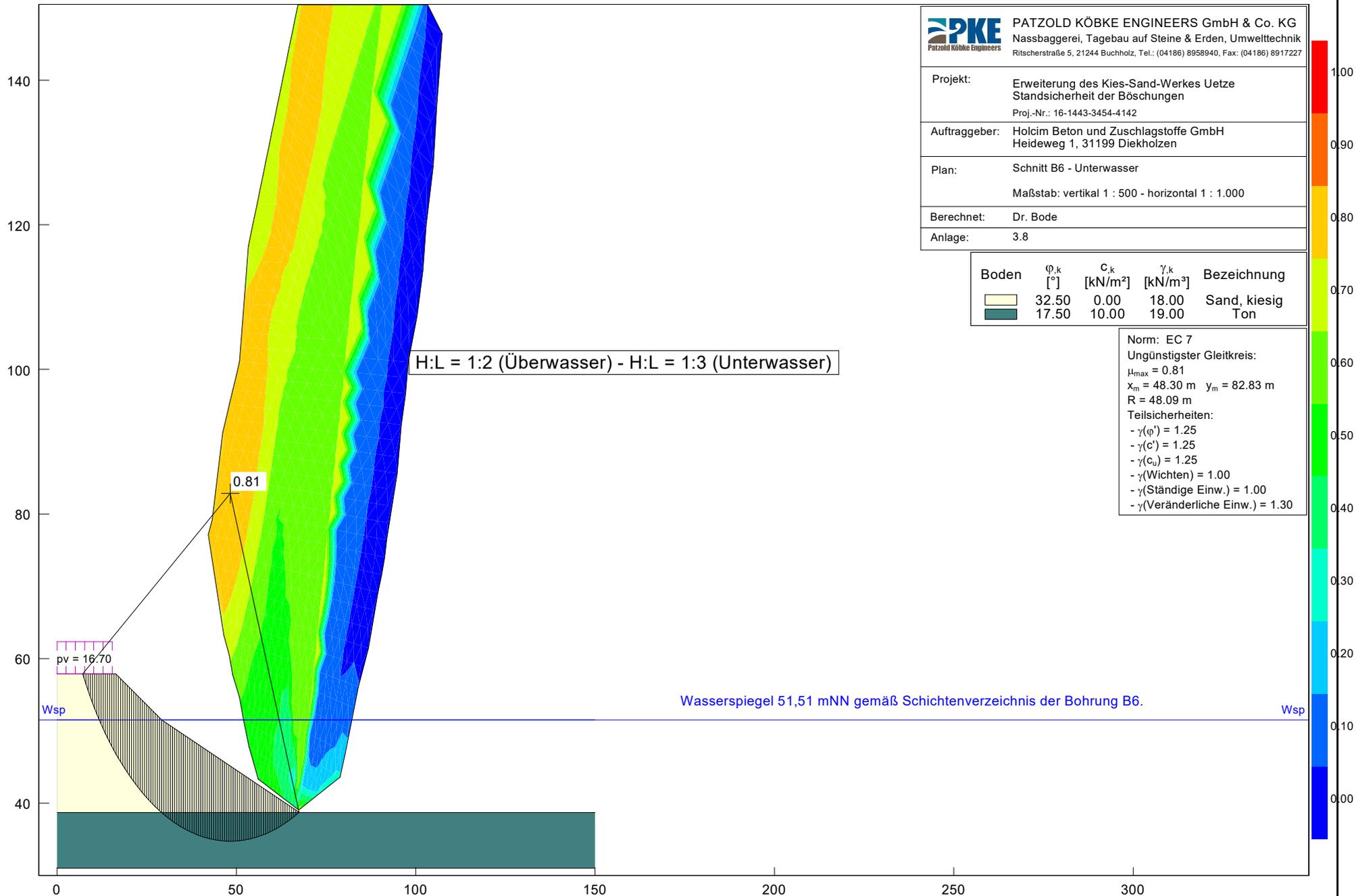
Plan: Schnitt B6 - Unterwasser
Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.8

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
Light yellow	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
Dark green	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.81$
 $x_m = 48.30$ m $y_m = 82.83$ m
 $R = 48.09$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi) = 1.25$
- $\gamma(c) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

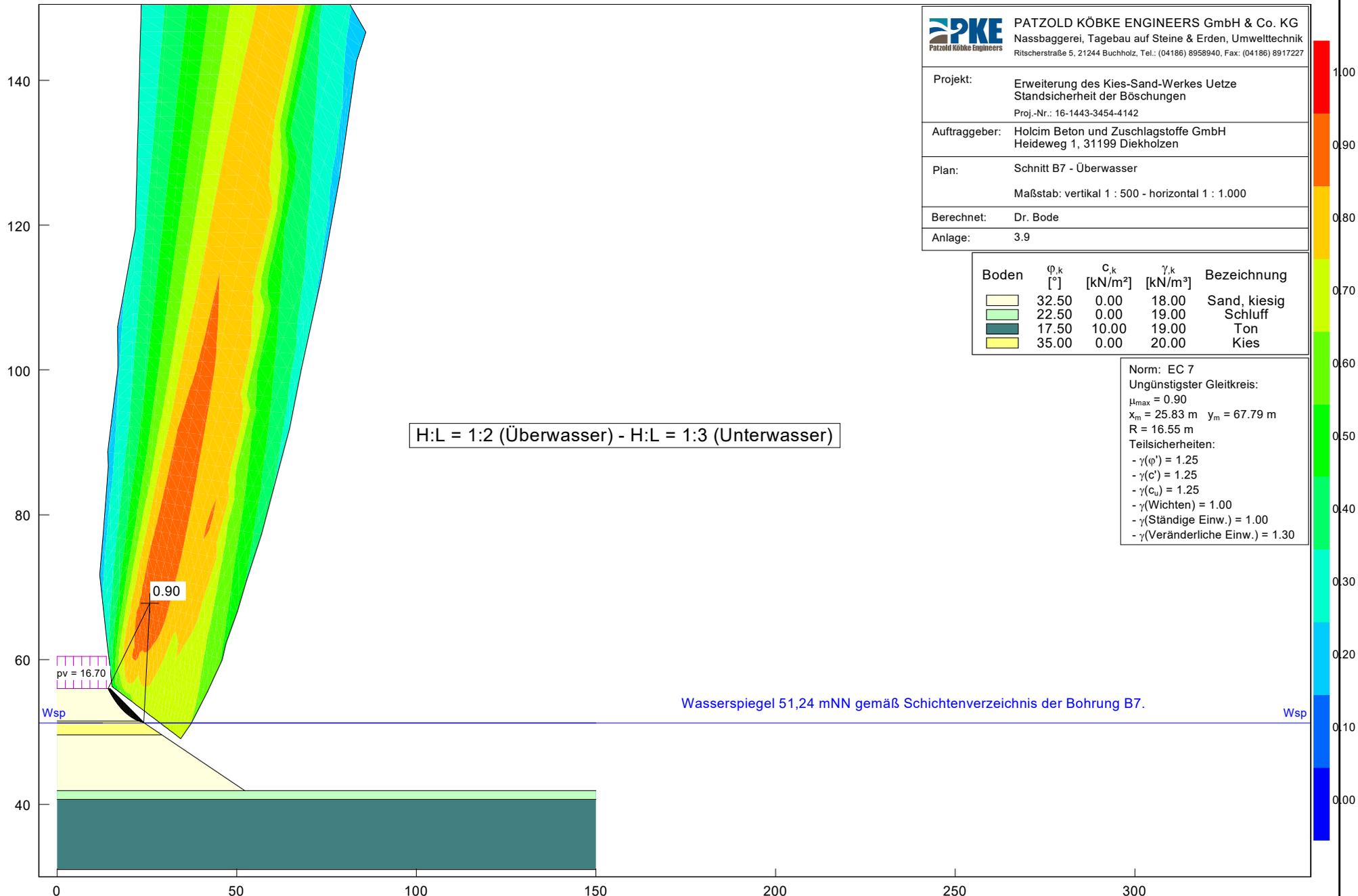
Plan: Schnitt B7 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

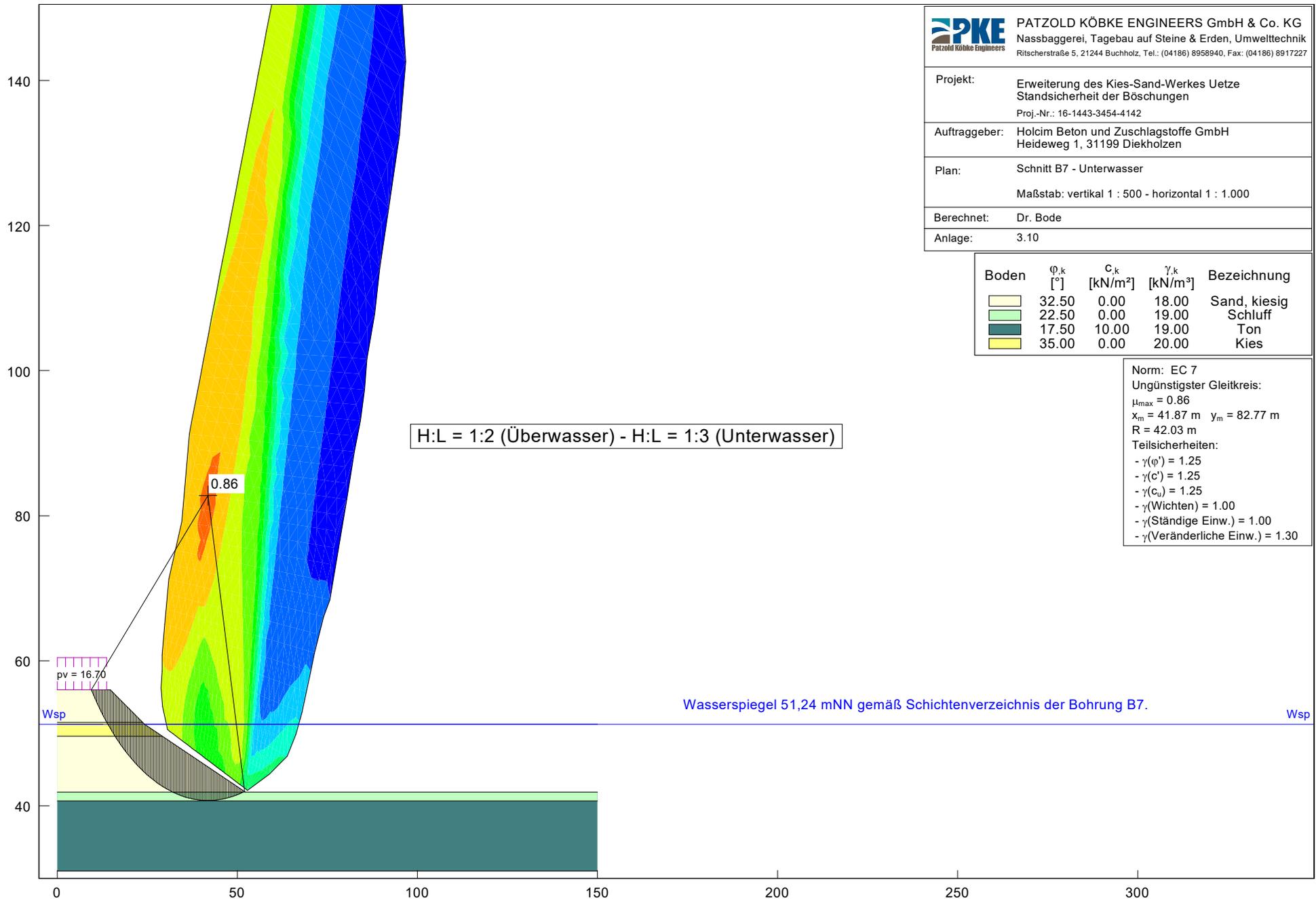
Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.9

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.90$
 $x_m = 25.83 \text{ m}$ $y_m = 67.79 \text{ m}$
 $R = 16.55 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

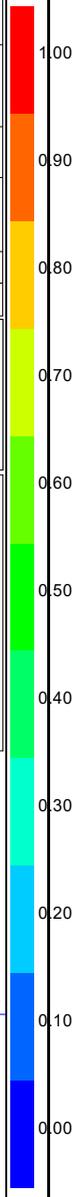
Plan: Schnitt B7 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

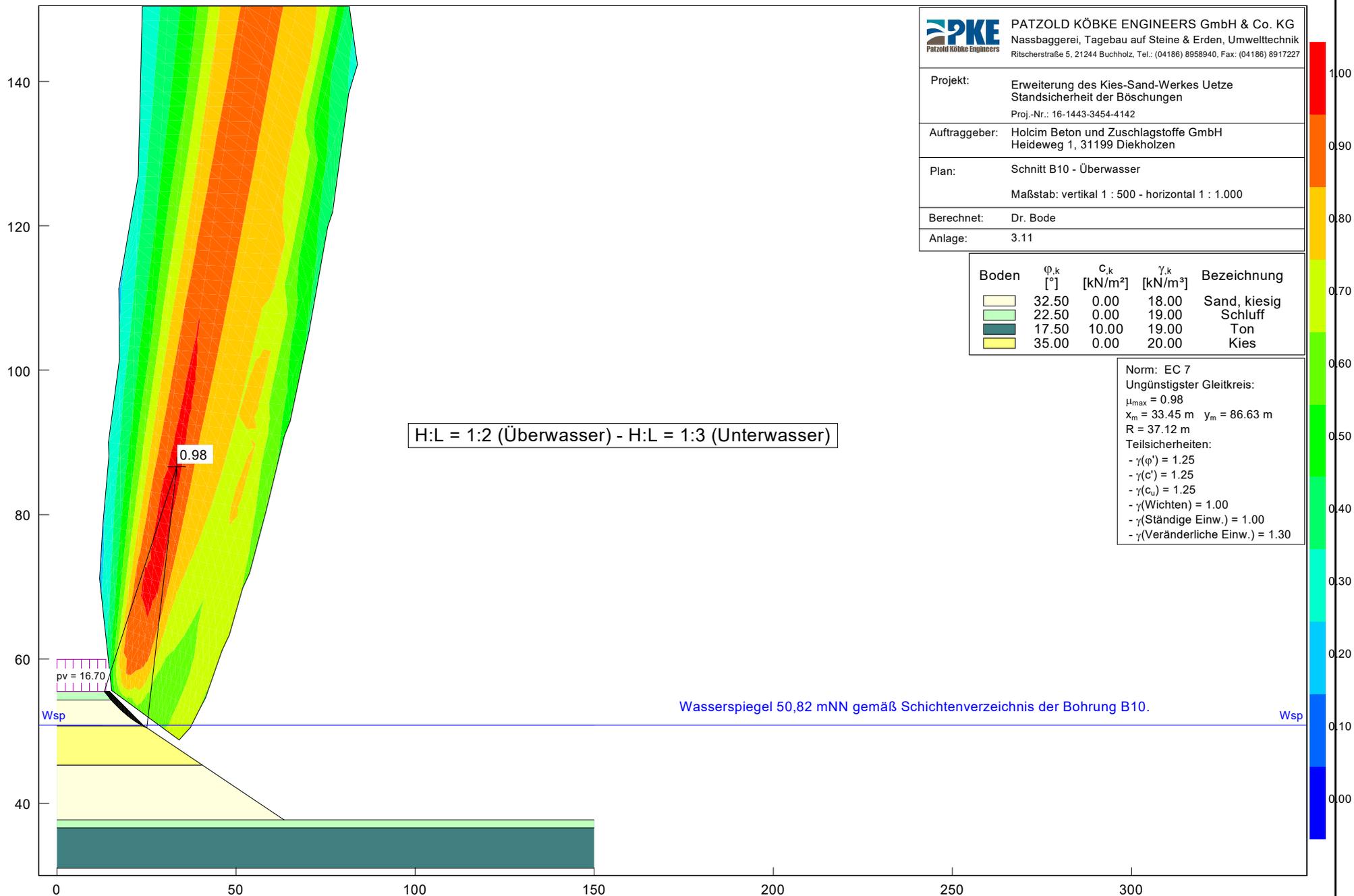
Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.10

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Light Yellow]	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
[Light Green]	22.50	0.00	19.00	Schluff
[Dark Green]	17.50	10.00	19.00	Ton
[Yellow]	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.86$
 $x_m = 41.87$ m $y_m = 82.77$ m
 $R = 42.03$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B10 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.11

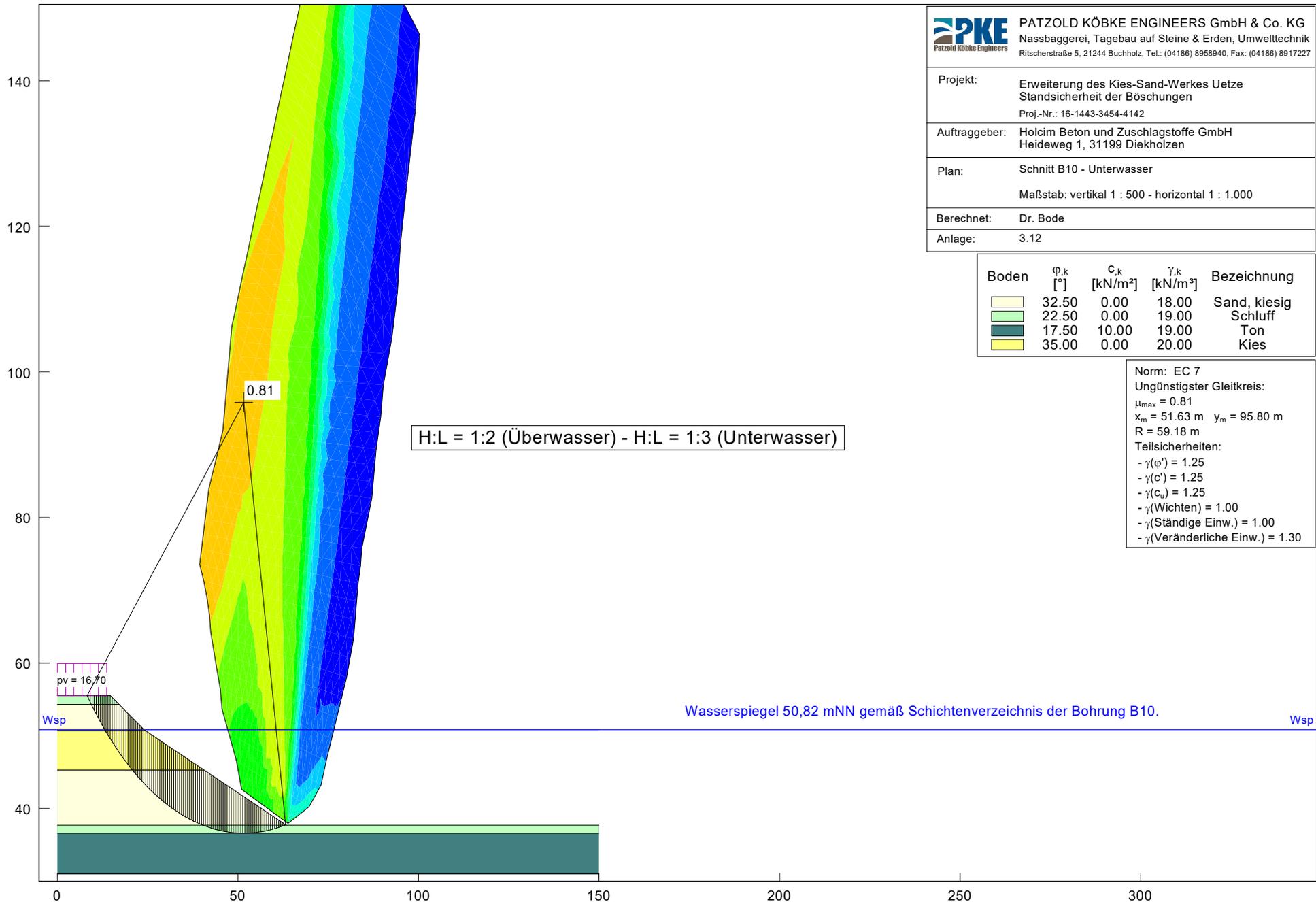
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.98$
 $x_m = 33.45 \text{ m}$ $y_m = 86.63 \text{ m}$
 $R = 37.12 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

pv = 16.70

Wsp

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B10 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

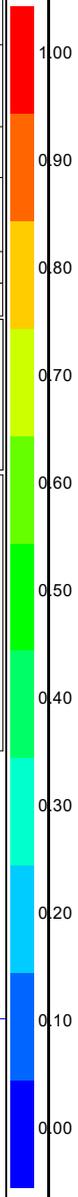
Anlage: 3.12

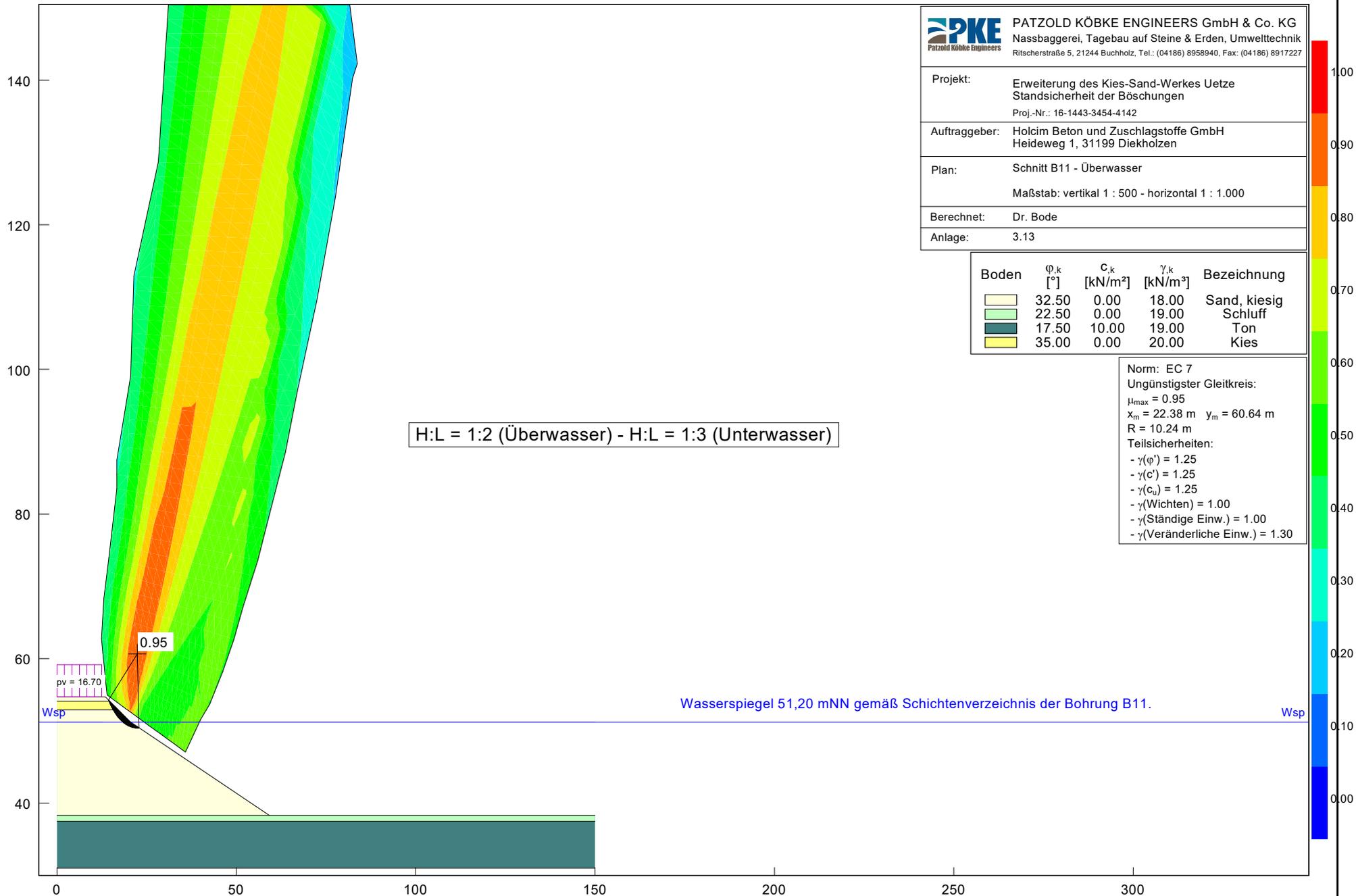
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.81$
 $x_m = 51.63 \text{ m}$ $y_m = 95.80 \text{ m}$
 $R = 59.18 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 50,82 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B10.





PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

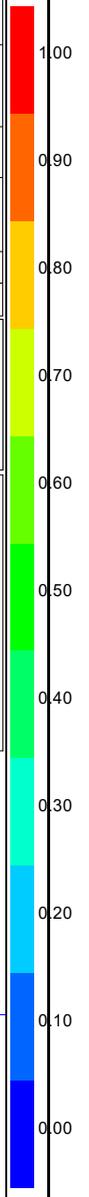
Plan: Schnitt B11 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.13

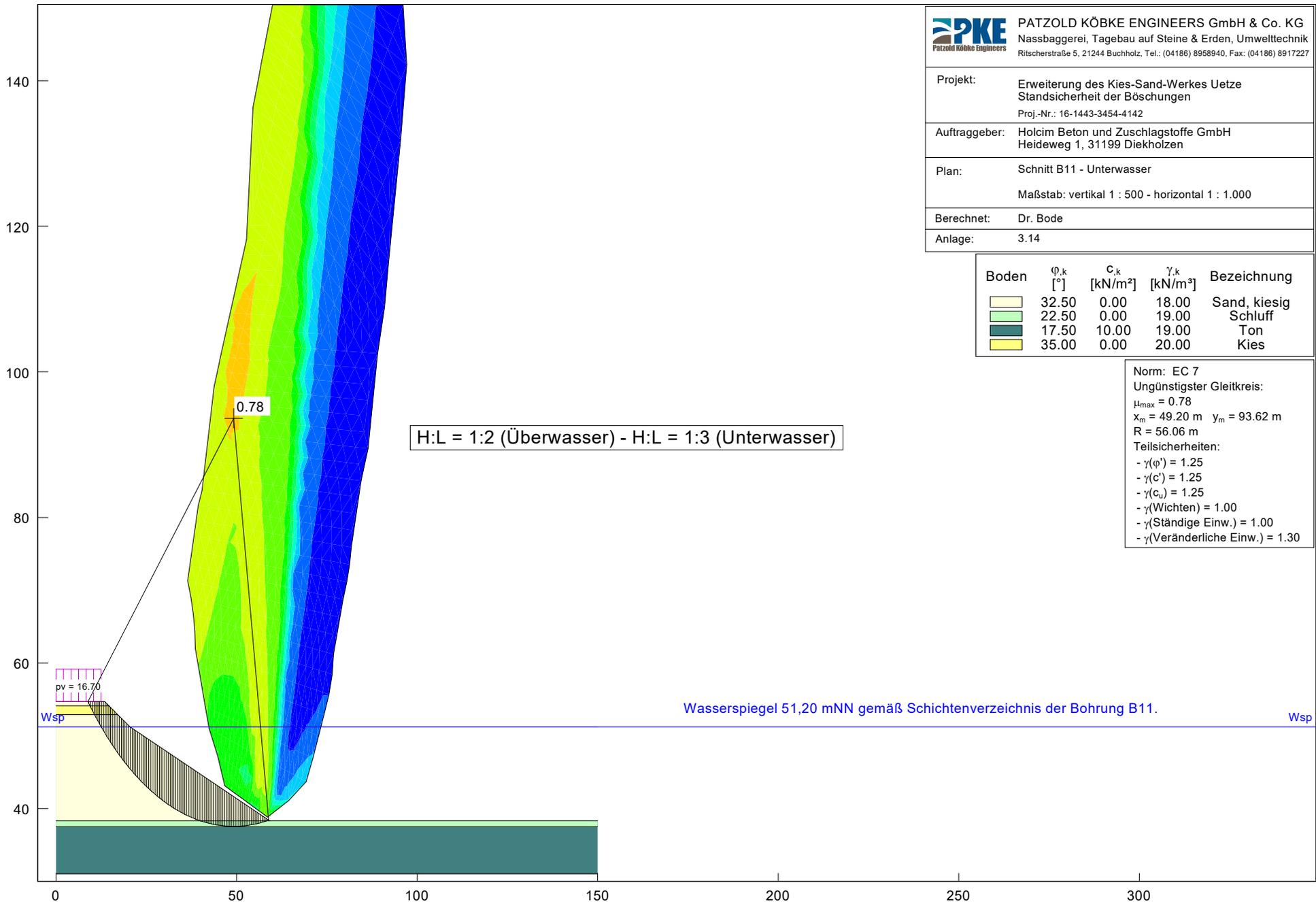
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.95$
 $x_m = 22.38 \text{ m}$ $y_m = 60.64 \text{ m}$
 $R = 10.24 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



pv = 16.70
 Wsp

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B11 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

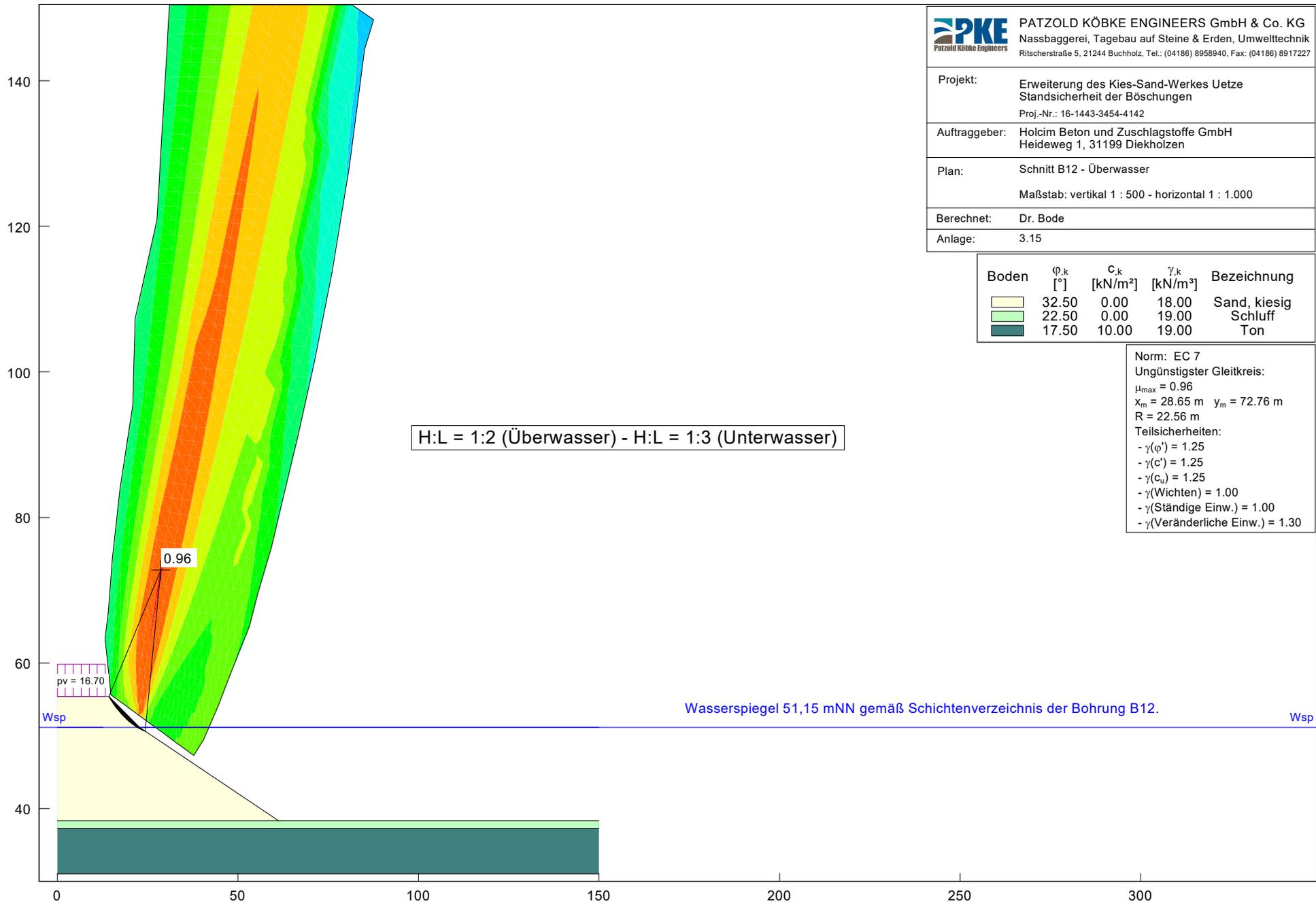
Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.14

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton
	35.00	0.00	20.00	Kies

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.78$
 $x_m = 49.20 \text{ m}$ $y_m = 93.62 \text{ m}$
 $R = 56.06 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Wasserspiegel 51,20 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B11.



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B12 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.15

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.96$
 $x_m = 28.65 \text{ m}$ $y_m = 72.76 \text{ m}$
 $R = 22.56 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

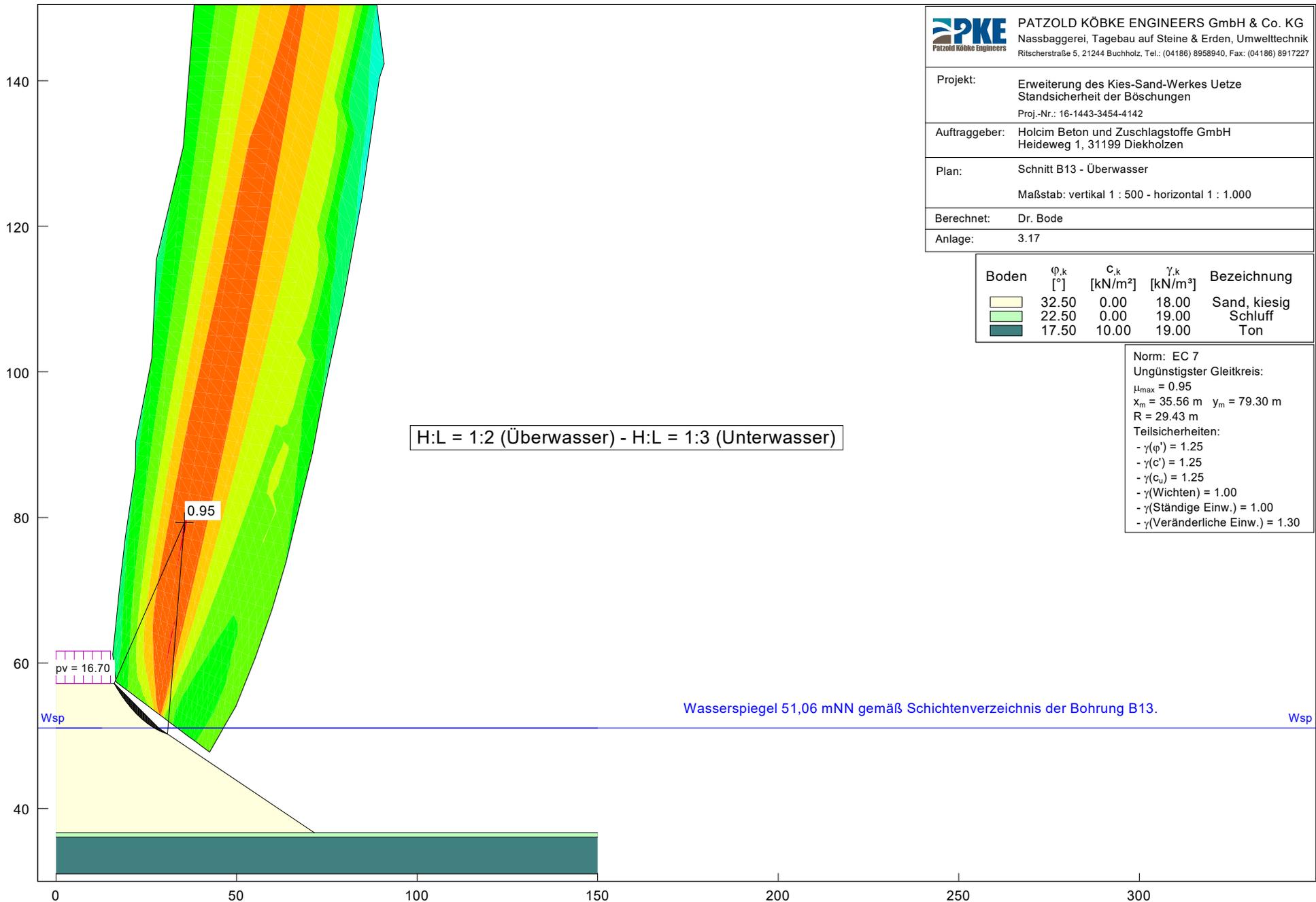
H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 51,15 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B12.

pv = 16.70

Wsp

Wsp



PKE PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

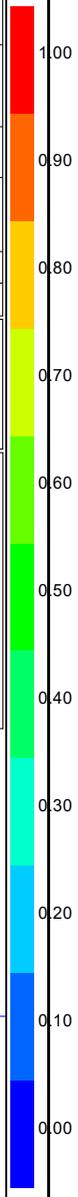
Plan: Schnitt B13 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.17

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	22.50	0.00	19.00	Schluff
	17.50	10.00	19.00	Ton

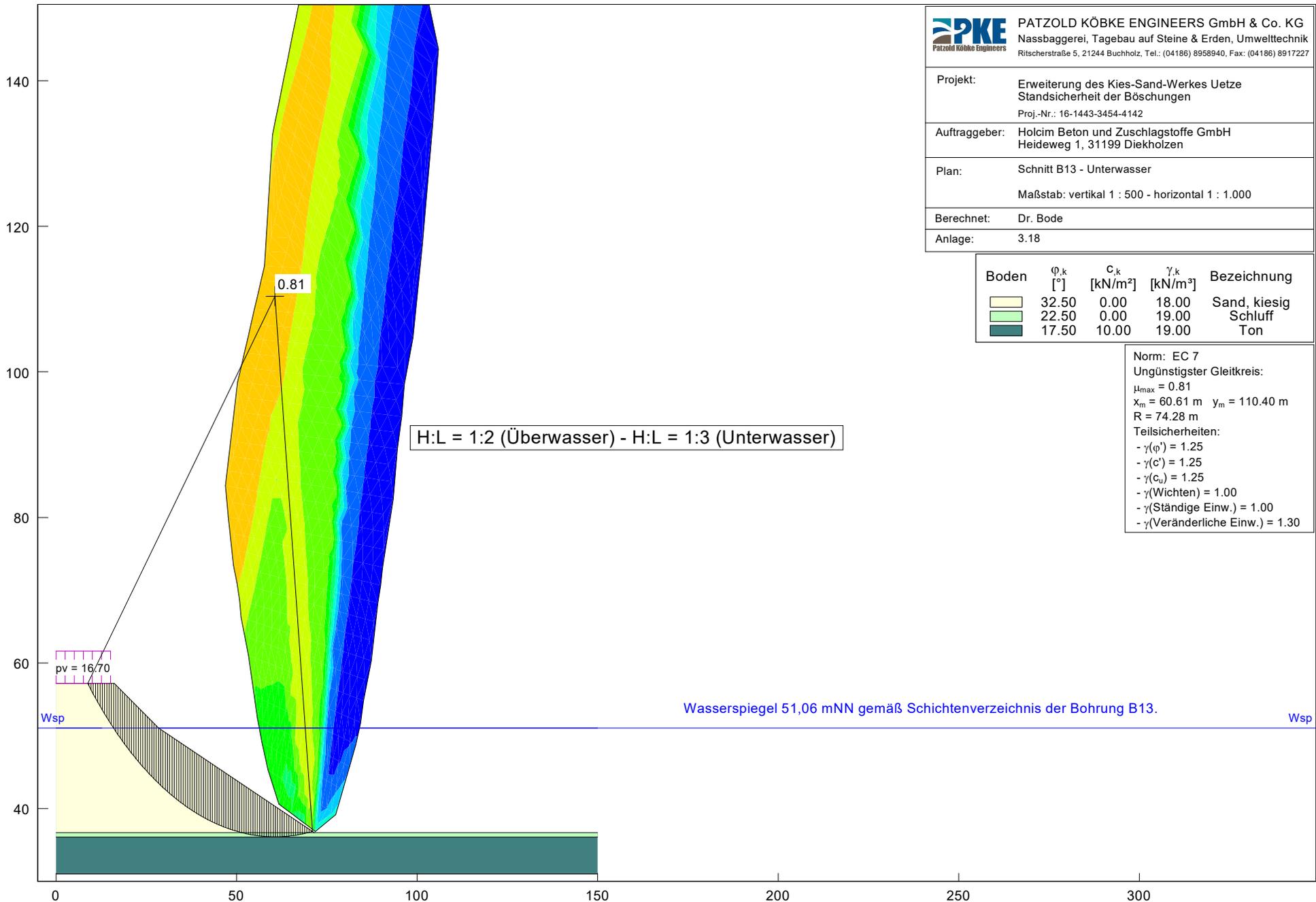
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.95$
 $x_m = 35.56 \text{ m}$ $y_m = 79.30 \text{ m}$
 $R = 29.43 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



pv = 16.70

Wsp

Wsp



PKE PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B13 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.18

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
[Yellow]	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
[Light Green]	22.50	0.00	19.00	Schluff
[Dark Green]	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.81$
 $x_m = 60.61$ m $y_m = 110.40$ m
 $R = 74.28$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

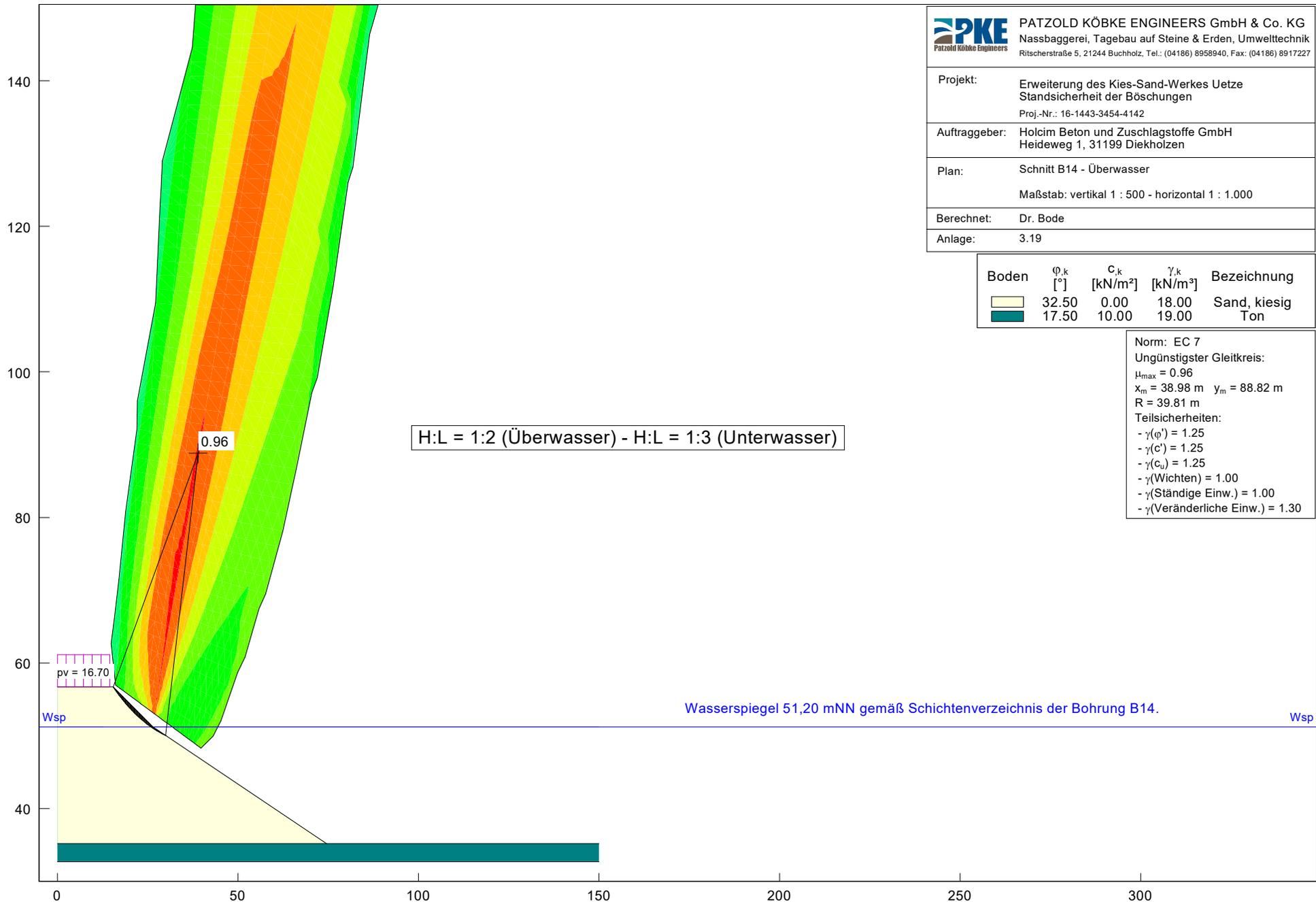
H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 51,06 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B13.

pv = 16/70

Wsp

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B14 - Überwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.19

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.96$
 $x_m = 38.98 \text{ m}$ $y_m = 88.82 \text{ m}$
 $R = 39.81 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.25$
 - $\gamma(c) = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

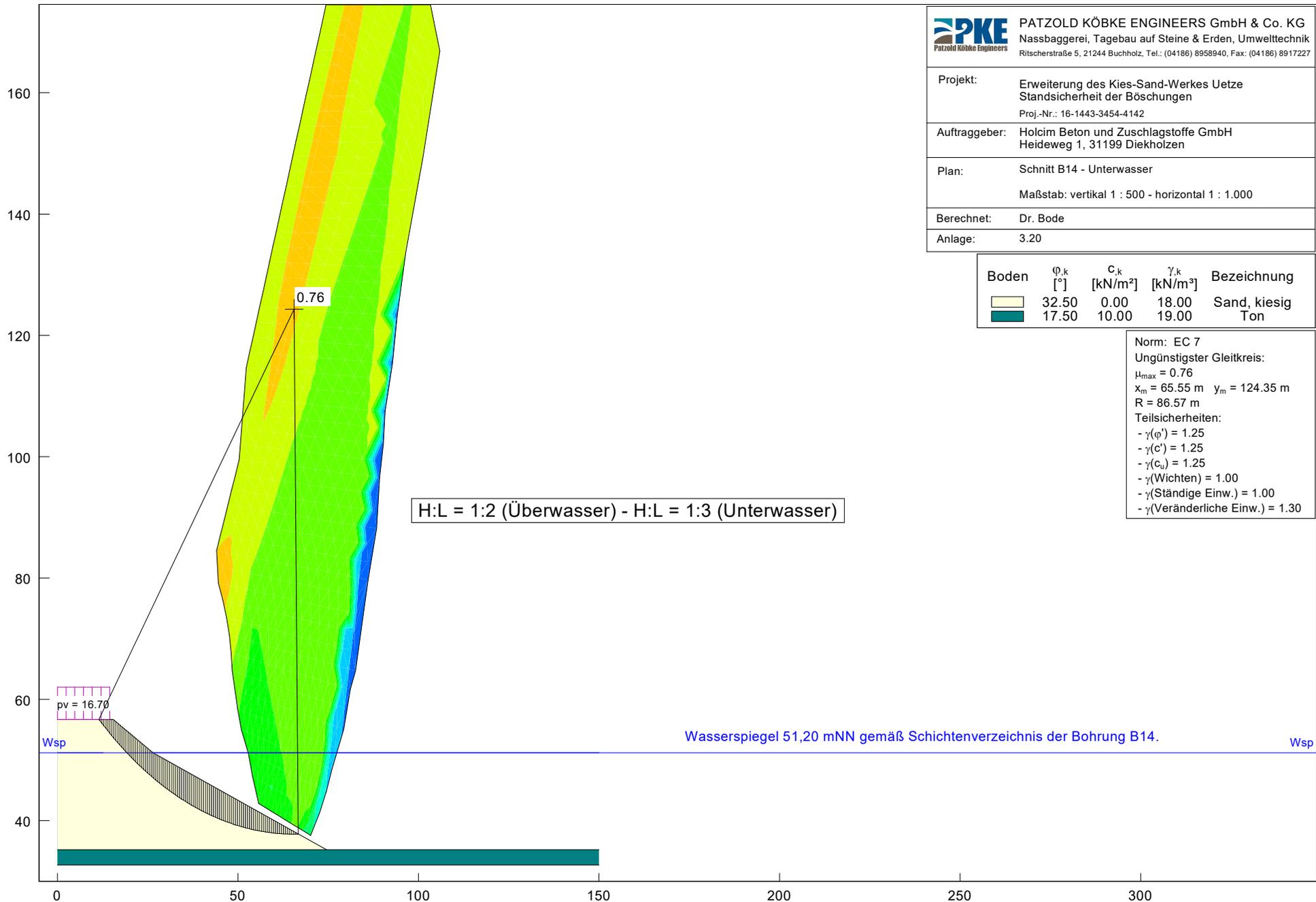
H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

pv = 16.70

Wsp

Wasserspiegel 51,20 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B14.

Wsp



PATZOLD KÖBKE ENGINEERS GmbH & Co. KG
 Nassbaggerei, Tagebau auf Steine & Erden, Umwelttechnik
 Ritscherstraße 5, 21244 Buchholz, Tel.: (04186) 8958940, Fax: (04186) 8917227

Projekt: Erweiterung des Kies-Sand-Werkes Uetze
 Standsicherheit der Böschungen
 Proj.-Nr.: 16-1443-3454-4142

Auftraggeber: Holcim Beton und Zuschlagstoffe GmbH
 Heideweg 1, 31199 Diekholzen

Plan: Schnitt B14 - Unterwasser
 Maßstab: vertikal 1 : 500 - horizontal 1 : 1.000

Berechnet: Dr. Bode

Anlage: 3.20

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	18.00	Sand, kiesig
	17.50	10.00	19.00	Ton

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.76$
 $x_m = 65.55 \text{ m}$ $y_m = 124.35 \text{ m}$
 $R = 86.57 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

H:L = 1:2 (Überwasser) - H:L = 1:3 (Unterwasser)

Wasserspiegel 51,20 mNN gemäß Schichtenverzeichnis der Bohrung B14.

pv = 16.70

Wsp

Wsp