Für die Umwelt. Für die Menschen.

HPC AG
Nördlinger Straße 16
86655 Harburg (Schwaben)
Telefon: 09080 999-0
Telefax: 09080 999-299

BERICHT

Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2300492	**1/4**	**12. April 2023**

Neubau einer Rampenkonstruktion am Kalvarienberg

- 1. Orientierender Geotechnischer Bericht

Auftraggeber

Große Kreisstadt Donauwörth
Rathausgasse 1
86609 Donauwörth

INOGEN ALLIANCE

Inhaltsverzeichnis

Text		Seite
1.	**Vorgang**	**3**
1.1	**Anlass und Auftrag**	**3**
1.2	**Gutachterliche Einschränkungen**	**3**
2.	**Gelände und Bauvorhaben**	**4**
3.	**Baugrunderkundungen**	**6**
3.1	**Felduntersuchungen**	**6**
3.2	**Laboruntersuchungen**	**6**
3.2.1	Bodenmechanische Untersuchungen	6
3.2.2	Chemische Analysen	7
4.	**Untergrundverhältnisse**	**8**
4.1	**Allgemeine geologische Situation**	**8**
4.2	**Schichtenfolge im Baufeld**	**9**
4.3	**Grundwasser**	**11**
5.	**Bodenklassen, Homogenbereiche und Bodenkennwerte**	**12**
6.	**Technische Auswertung der Untersuchungen**	**14**
6.1	**Erd- und grundbautechnische Vorbemerkungen**	**14**
6.2	**Gründungsempfehlungen**	**15**
6.2.1	Erdbeben	15
6.2.2	Frostsicherheit	15
6.2.3	Gründungsvarianten	15
6.3	**Erdbauwerke**	**17**
7.	**Bautechnische Hinweise**	**19**
7.1	**Versickerung von Dach- und Oberflächenwasser**	**19**
7.2	**Freianlagen und Parkplätze**	**19**
8.	**Zusammenfassung**	**19**

Anlagen

- 1 Lageplan
- 2 Bodenprofile, Rammdiagramme
- 3 Schichtenverzeichnisse
- 4 Laborergebnisse
- 5 Fundamentdiagramm
- 6 Pfahlbemessungsdiagramm

1. Vorgang

1.1 Anlass und Auftrag

Die Große Kreisstadt Donauwörth plant eine stärkere verkehrstechnische Anbindung des Stadtteils Parkstadt / Schellenberg an die Innenstadt. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Konzepte diskutiert. In einem Ideenwettbewerb soll das Konzept eines sog. Rampenbauwerkes, ausgehend vom Bereich des städtischen Freibades zum Kreuzweg ausgelobt werden.

Zugehörig wurde die HPC AG auf der Basis des Angebotes 1230465 mit Schreiben vom 06.02.2023 beauftragt, für einen möglichen Verlauf des Bauwerks einen orientierenden geotechnischen Bericht zu erstellen. Dieser soll als Planungsgrundlage dienen, welcher es den jeweiligen Planern erlaubt für ihr jeweiliges Konzept den Untergrund einschätzen und in die Planung einbringen zu können.

In diesem Zusammenhang wurden im betreffenden Baufeldbereich Bodenaufschlüsse als Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475 ausgeführt. Nachgehend werden die Ergebnisse der Baugrunderkundungen beschrieben. Grundlage der Bearbeitung ist das dem AN überlassene Konzept zum Verlauf eines Rampenbauwerkes, welches mit Beauftragung vorgelegt wurde. Konkrete Bauwerksplanungen liegen nicht vor.

In diesem Zusammenhang sind alle nachstehenden Empfehlungen vorbehaltlich der weiteren Entwurfsplanung und -statik zu sehen und abschließend in einen Geotechnischen Entwurfsbericht einzubringen.

1.2 Gutachterliche Einschränkungen

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse der durch die HPC AG durchgeführten Baugrunderkundungen. Die Untersuchungen wurden gemäß der Aufgabenstellung und nach den allgemein anerkannten ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Verfahren durchgeführt und beurteilt, die zum Zeitpunkt der Untersuchung gültig waren.

Dieser Bericht sowie alle in ihm enthaltenen Daten und Erläuterungen werden von der HPC AG ausschließlich für den Auftraggeber und seine Planungsbeteiligten als Grundlage der weiteren Vorentwurfs-, Entwurfs- und Ausführungsplanung erstellt. Der Auftraggeber darf die Informationen in diesem Zusammenhang an Dritte weitergeben.

Die Weiterverwendung der Informationen durch Dritte erfolgt dort jedoch zunächst ausdrücklich in eigener Verantwortung. Auf der Grundlage des vorliegenden Berichtes getroffene Entscheidungen, Planungen und Berechnungen durch Dritte sind daher vorbehaltlich einer Prüfung und Freigabe durch die HPC AG, gleich aus welchem Rechtsgrund ein etwaiger Anspruch hergeleitet wird, in deren alleiniger Verantwortung. Dritte, die mit dem vorstehenden Haftungsausschluss nicht einverstanden sind, dürfen die Informationen weder verwenden noch als Grundlage von ihnen zu treffenden Entscheidungen benutzen.

Baugrundrisiko

Die nachstehenden Empfehlungen beruhen auf den durchgeführten Untersuchungen. Abweichungen zwischen den Bodenaufschlüssen aufgrund natürlicher Schwankungen, dies im Besonderen für die anstehenden Schichten der Bunten Breccie, der Schichtenfolge zwischen den Aufschlüssen oder auch nicht erschlossener menschlicher Eingriffe bis hin zu archäologischen Funden oder Kriegseinwirkungen, liegen außerhalb jedweder Gewährleistung der HPC AG. Auf die Definition des Baugrundrisikos nach DIN 4020 wird hingewiesen.

2. Gelände und Bauvorhaben

- *Gelände*

Das zur Bebauung ausgewiesene Gelände umfasst ein derzeit weitgehend ungenutztes Wiesengrundstück zwischen der sog. Schellenbergumgehung der Bundesstraße B 25 im Osten und dem Bereich der Straße Schneegarten im Westen. Das Wiesengrundstück wird derzeit nach Norden durch den Kreuzweg zur Kapelle Kalvarienberg, welcher in einem Fußweg zur Fußgängerbrücke über die B 25 zum Freibad mündet. Das Baufeld ist stark geneigt. Eine erste Visualisierung des Projektes kann der Abbildung 1 entnommen werden.

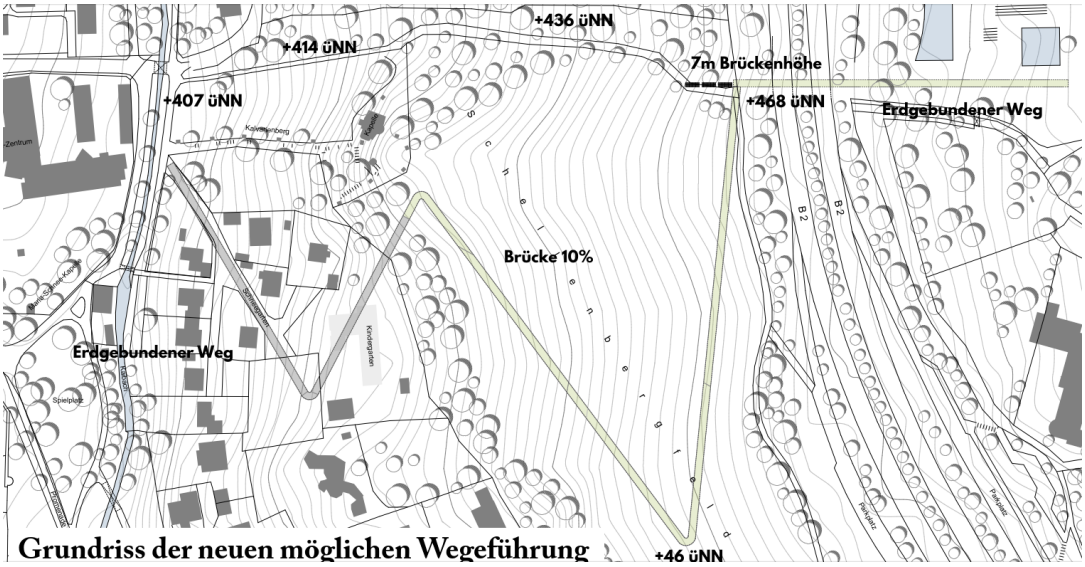


Abb. 1: Konzept Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bereits bei diesem Konzept wird die Höhendifferenz zwischen Bauwerksbeginn und -ende zwischen 407- 468 m NHN deutlich. Ausgehalten ist hier eine Rampensteigung von 10%. In welchem Umfang die bestehende Fußgängerbrücke über die B 2 integriert werden soll ist nicht bekannt.

Das Baufeld liegt morphologisch im Bereich der Westabdachung des Schellenberges. Vornutzungen sind hier nicht bekannt. Eintragungen zu Bodendenkmälern liegen im Bayernatlas nicht vor. Die natürliche Vorflut wird durch den Kaibach im Westen markiert. Das Baufeld unterliegt keinen Hochwassereinflüssen. Das nächstgelegene Trinkwasserschutzgebiet befindet sich westlich im Bereich Röthelfeld und hat zu dem Baufeld keine relevante hydraulische Kopplung.

- *Vorentwurfskonzept*

Das angedachte Rampenbauwerk soll offen in dem Ideenwettbewerb sein. Insofern steht nicht fest, ob es sich hierbei um ein Holz-, Stahl – oder Betonbauwerk handeln soll. Auch über Stützenraster und mögliche Widerlager, Lasten oder eine Zuordnung zu einer Brückenklasse liegen keine Angaben vor.

Das Bauwerk wird zunächst als setzungsempfindlich eingestuft, was unter Beachtung der geotechnischen Randbedingungen resultiert. Das Bauwerk wird der Geotechnischen Kategorie II zugeordnet.

3. Baugrunderkundungen

Die Felderkundungen wurden durch den technischen Außendienst der HPC AG Harburg ausgeführt. Zugehörige Bodenproben, soweit nicht für Laborversuche herangezogen, werden dort für 6 Monate aufbewahrt und dann entsorgt. Sofern eine weitere Rückstellung gewünscht wird, ist dies anzuzeigen.

Die ausgeführten Untersuchungen wurden, da kein Eingriff in das Grundwasser zu erwarten war, dem zuständigen LRA nicht angezeigt.

3.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 15.03.2023 zunächst 6 Bodenaufschlüsse, auf Wunsch des AG ein zusätzlicher Aufschluss) als Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475 (KRB 1-7) ausgeführt. Die Tiefe der Bodenaufschlüsse wurde mit Erreichen der Böden der Bunten Breccie in halbfester bis fester Zustandsform mit 7 m unter Gelände angesetzt. Für die Bunte Breccie ist dann aus den örtlichen Tiefbohrungen im Bereich Donauwörth Berg bekannt, dass diese bis ca. 390 mNN hinabgreifen. Hochlagen des präriessischen Untergrundes aus Jura und Molasse, wie diese auf Höhenkoten bis 420 m NHN bekannt sind, sind zu beachten. Somit kann, unbenommen der bekannten Inhomogenitäten der Bunten Breccie in Mächtigkeit auf dem früheren Relief der schwäbisch-/fränkischen Alb der tragfähige Untergrund zunächst als erreicht und nachgewiesen angesehen werden.

Die Ansprache der Bodenschichten wurde nach DIN EN ISO 14688-1 vorgenommen. Zugehörige Ergebnisse sind in Bodenprofilen in Anlehnung an DIN 4023 graphisch dargestellt bzw. als Schichtenverzeichnisse erfasst. Auf die zugehörigen Anlagen 2 ff. bzw. 3 ff wird hingewiesen.

Grundwasser wurde im Baufeld erwartungsgemäß nicht aufgeschlossen.

3.2 Laboruntersuchungen

3.2.1 Bodenmechanische Untersuchungen

Entnommene Bodenproben wurden im Labor der HPC AG, Harburg, erneut angesprochen. Bislang wurden aufgrund der eindeutigen Schichtenfolge Laborversuche nur in geringem Umfang ausgeführt. Es kamen 3 Stück Bestimmungen der Zustandsgrenzen und 3 weitere Bestimmungen des natürlichen Wassergehaltes zur Ausführung. Die Ergebnisse sind den Anlagen 4.ff zu entnehmen. Die Ergebnisse der Bestimmungen entsprachen den Erwartungen, dass mit zunehmender Überdeckung/Tiefe der Probenentnahme die Zustandsform von steifplastisch auf halbfest steigt und gleichzeitig die bestimmten natürlichen Wassergehalte zurückgehen.

Unter Hinweis auf die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sollte nach Festlegung der Planung ein dezidiertes Feld- und Laborprogramm zur Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Bodenschichten erfolgen. Im Sinne einer öffentlichen Ausschreibung ist zudem die Bestimmung der Kennwertspannen nach DIN 18300 zu Hinterlegung der Homogenbereiche erforderlich bzw. zu empfehlen.

Bodenproben sind bislang zurückgestellt und können ggf. einer weiteren grundbautechnischen Untersuchung zugeführt werden. Die Entsorgung wird zum 01.09.2023 vorgenommen.

3.2.2 Chemische Analysen

Für die anstehenden, ungestörten Böden kann eine Entsorgung als unbelasteter Erdaushub auf eine Deponie erfolgen. Die Ansprache als natürlicher Bodenaushub der Klasse Z.0 kann bestätigt werden. Es gelten jedoch die Annahmekriterien und Genehmigungsvorschriften der jeweiligen Entsorgungsstelle. Nach Erfordernis sind die ungestörten Aushubböden auf die Parameter nach Eckpunktepapier nach den Empfehlungen der PN 98 zu untersuchen.

Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass der ungestörte Baugrund ggf. auch eine geogene Belastung an Arsen etc. aufweisen kann. Das spätere Baukonzept ist hinsichtlich den Deponierungskosten von anfallendem Erdaushub zu prüfen.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Allgemeine geologische Situation

Das Untersuchungsgelände befindet sich im Stadtgebiet von Donauwörth. Nach der geologischen Karte von Bayern befindet sich das Grundstück im Bereich von anstehenden Verwitterungslehmen (beige Farbe), die dem tieferen tertiären Untergrund mit Schichten der Bunten Breccie (rot) aufliegen. Die Schichten der Bunten Breccie erreichen im Baufeld noch eine Mächtigkeit von ca. 50-80 m und stellen den maßgeblichen Baugrund für das Baufeld dar.

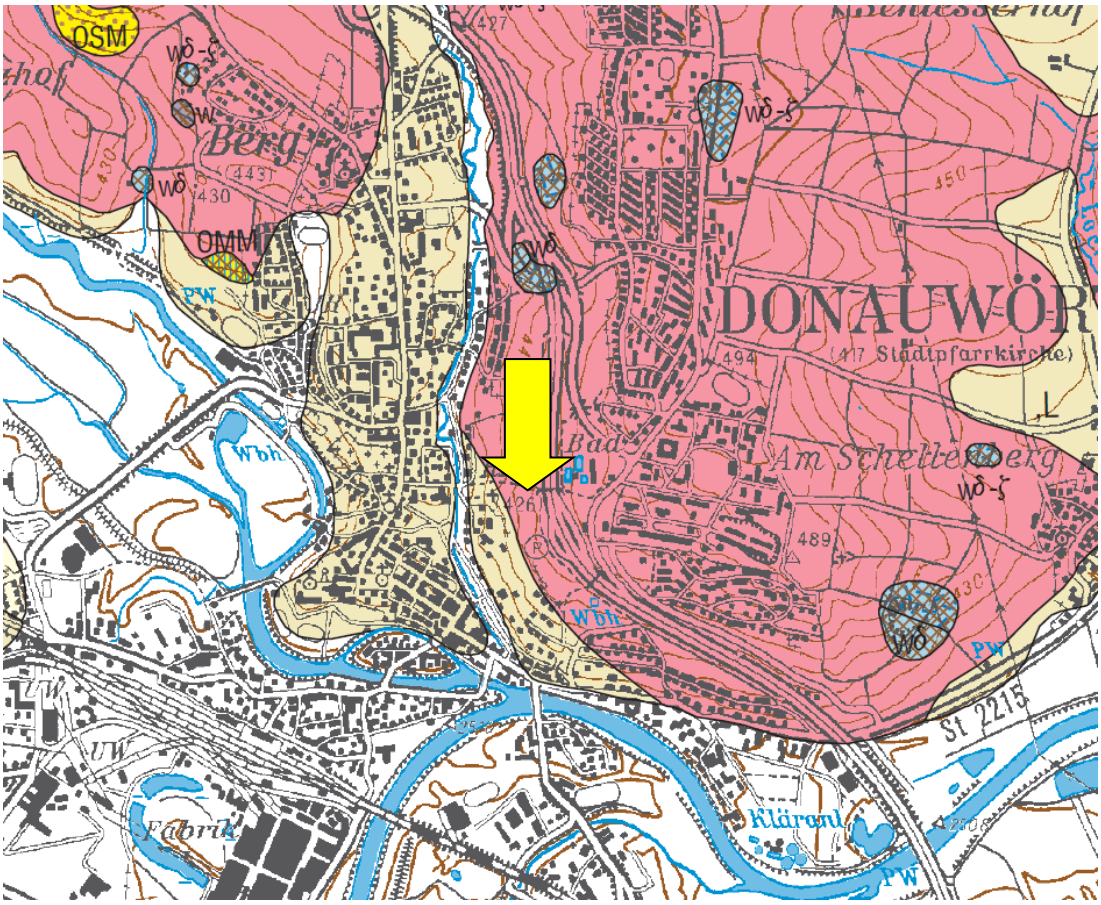


Abb. 2: Ausschnitt aus geologischer Karte des Ries 1:500.000

Zu beachten ist, dass die Bunte Breccie das früher vorliegende Relief eindeckt. Wie in Abbildung 2 zu erkennen, ist nach Nordwesten (gelb ausgehalten) auch Schichten der Oberen Süsswassermolasse bis 460 mNHN ausgehalten, welche auch im Bereich Schellenberg eingedeckt sein könnten. Auch der Jura kann, wie im Stadtgebiet am Mangoldfelsen bis auf 420 mNHN und höher ansteigen.

Im Rahmen der Neuerrichtung des Hochwasserbehälters der Stadt Donauwörth wurden Baugrundaufschlussbohrungen bis zu einer Kote von 460 m NHN abgesetzt. Hier wurden ausnehmlich Schichten der Bunten Breccie bestimmt.

In der Entstehung ist die Bunte Breccie als ein Gemisch der Auswurfmassen der im Nördlinger Ries ursprünglich anstehenden Gesteine vom Grundgebirge bis zu den Schichten von Trias und Jura zusammengesetzt. Das Material setzt sich aus Gesteinsfragmenten, die allerdings durch den Meteoriteneinschlag und nachgehenden Auswurf überprägt und gestört sind, zusammen. Gesteinsreste von sogar Granit aus dem Grundgebirge können direkt benachbart zu ausgeprägt plastischen Tonen, wie z. B. schon beobachtet Opalinuston, angetroffen werden. Bisweilen ist sogar nach der Fossilführung noch eine stratigraphische Zuordnung möglich. Die Matrix von Festgesteinen ist überwiegend stark bindig.

Unter diesen Randbedingungen ergibt sich selbst bei einer größeren Anzahl an Baugrundaufschlüssen kein dezidierteres Bild der Schichtenfolge bzw. wird i. d. R., dass allseits bekannte chaotische Gefüge um weitere Besonderheiten erweitert. So können Felsauswürflinge aus Juragestein, wie im Umfeld des Schellenberges bekannt und auch an der Oberfläche anstehend, neben weichen bindigen Böden und wassererfüllten Sandlinsen auf kurze Distanz wechseln.

Erfahrungsgemäß und aus vielen Erkundungen bekannt, wird die Bodenbeschaffenheit im Tiefenbereich von 1-4 m unter der Oberfläche durch anstehende verwitterte Böden der Bunten Breccie bestimmt. Die Zustandsform der bindigen Matrix ist dann zumeist aufgeweicht und eine eher weiche bis steifplastische Konsistenz liegt vor. Zu Tiefe steigt die Zustandsform weithin auf halbfest bis fest an.

Im Hinblick auf die nach DIN 18300 ist daher nach der chaotischen Zusammensetzung der Bunten Breccie für diese Schicht ein einheitlicher Homogenbereich anzusetzen (s. u.).

4.2 Schichtenfolge im Baufeld

Unter Bezug auf vorstehende, allgemeine Beschreibung wurden in den Bodenaufschlüssen korrelierende Befunde ausgehalten. Auf die Bodenprofile der Anlagen 2 ff wird hingewiesen. Kleinrammbohrung KRB 1 zeigt den Übergang der verwitterten Böden zu Böden in eher halbfester Zustandsform in ca. 3,0 m Tiefe an. Entsprechende Ergebnisse wurden in KRB 2-7 ebenfalls detektiert. KRB 6 musste wegen einem Hindernis in geringer Tiefe abgebrochen werden.

Bodenmechanisch handelt es sich bei den anstehenden Böden der Bunten Breccie weithin um bindige Böden der Bodengruppe TM/UM und TA. Zugehörige Konsistenzgrenzenbestimmungen (siehe Anlagen 4 ff) lieferten entsprechende Ergebnisse.

Gesteinsfragmente sind in die bindige Matrix eingebettet. Gesteinseinschlüsse können hierbei im Kieskorngröße bis hin zu Felsblöcken größerer Kubatur angetroffen werden. Für die Felsauswürflinge können einaxiale Druckfestigkeiten bis zu 20 N/mm² auftreten. Weithin sind die Felseinlagerungen jedoch stark gestört und können ohne Meißel gelöst bzw. gebrochen/gerissen werden. Entsprechend unterschiedlich ist das bodenmechanische Verhalten dieser Böden stark von der Art der Matrix sowie dem Steinanteil abhängig.

In der bodenmechanischen Klassifikation ist eine Trennung der Schichten nach der Zustandsform der bindigen Matrix nur bedingt möglich. Es kann der Bereich der oberflächennahen Verwitterung mit einer Stärke von 2 - 3 m ausgehalten werden. Hier sind die Konsistenzansprachen im Feld weithin mit weich- bis steifplastisch vorzunehmen.

Unterhalb ist weithin eine Zone mit Böden steifer bis halbfester, tiefer auch fester Zustandsform von 3 - 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Böden waren dann auch zur Tiefe aufgrund des hohen Mantelreibungswiderstandes nicht mehr sondierbar. Bei fester Zustandsform sind die Schichten aufgrund der geologischen Entstehung (> 50 m Überdeckung) auch als vorbelastet und auskonsolidiert zu betrachten.

Die vorgenannte, weithin im Bereich Schellenberg vorherrschende Situation wurde durch die Bodenaufschlüsse auch im Umfeld (Erkundungsmaßnahmen Freibad Schellenberg, Hochbehälter Donauwörth usw.) dokumentiert. Entsprechend den Aufschlussergebnissen kann für das Untersuchungsgelände eine Unterteilung wie folgt vorgenommen werden:

- Humoser Oberboden: bis 0,5 m, vermutlich teilweise umgelagertes Material

- Bunte Breccie als Ton/Schluff mit Festgesteinseinschlüssen
  Bodengruppe TM/TA

  - Tiefenbereich 0 - 3 m weich - steifplastisch
  - Tiefenbereich 3 - 4 m halbfeste Zustandsform
  - Tiefenbereich > 4 (- 5) m halbfeste - feste Zustandsform

- Bunte Breccie als Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, dicht gelagert als Einlagerungen mit Wasserführung im Umfeld bekannt.

In die weitgehend bindigen Böden sind Sandlinsen eingelagert, die lokal wassererfüllt sein können.

Es wird auf die Schrumpfgefährdung der anstehenden Böden, insbesondere der Böden der Bodengruppe TM/TA hingewiesen. Die bindigen Böden unterliegen bei Entzug von Bodenfeuchte deutlichen Volumenverlusten durch Schrumpfen. Gerade der Bebauung nahestehender Vegetation kann dieses Phänomen bedingen, welches erst nach vielen Jahren/Jahrzehnten entsprechend groß gewordenen Bäumen in Kombination mit trockenen Sommern auftritt. Erfahrungen mit diesen Vorgängen wurden auch im Sommer 2015/2018/2022 gewonnen. Da hierbei auch Bauwerke des Bauherrn im Bereich Schellenberg betroffen waren/sind, wird auf entsprechende Abstände der Gründungen zu umlaufend stehenden Bäumen von > 10 m hingewiesen. Im Zusammenhang mit dem städtebaulichen Entwurf sind entsprechende Begrünungen in entsprechendem Abstand zum Bauwerk zu planen.

Ansonsten sind aus den Schrumpfvorgängen nicht lastabhängige Setzungen, oder sog. Sackungen zu erwarten, die die Gebrauchstauglichkeit und abschließend auch die Standsicherheit insgesamt gefährden können. Daher sollten im direkten Umfeld der Bauwerke keine Bäume gepflanzt werden.

4.3 Grundwasser

Grundwasser wurde in den Bodenaufschlüssen nicht angetroffen. Von einem durchhaltenden Grundwasserleiter kann im Umgriff der Erkundungen nicht gesprochen werden. Grundwasserführende Schichten, die im Baufeld durchhalten, sind nicht bestimmt worden. Die Wasserführung ist daher sehr lokal an ggf. Sandlinsen und dgl. gebunden. Entsprechende Beobachtungen konnten bei vielen Bauwerken im Umgriff des Baufeldes gemacht werden. Zuletzt kann auf die Bodenaufschlüsse am Trinkwasserhochbehälter der Stadt Donauwörth verwiesen werden. Hier wurden in Sandlinsen Grundwasservorkommen erreicht, welche allerdings nach kurzer Zeit ausgeblutet sind. Hier zunächst angedachte Pfahlbohrungen konnten trotz entsprechender Vorhersage ohne Wasserauflast ausgeführt werden.

Grundsätzlich ist die Bunte Breccie für wechselhafte lokale Wasserführungen bekannt. Insofern ist damit zu rechnen, dass lokale Schichtwasserzutritte im Baufeld sowohl in der Bauzeit als auch nachgehend dezidiert zu fassen und abzuleiten sind. Zuletzt muss in diesem Zusammenhang auf die bereichsweise Dränung des Hanges im Zuge der Umgehung der B 25 hingewiesen werden. Dieses gesammelte Hangwasser aus Brunnen wird am Ende des Bauwerks im Bereich WL West der bestehenden Fußgängerbrücke gefasst und an die örtliche Kanalisation abgegeben und dem Kaibach zugeführt.

5. Bodenklassen, Homogenbereiche und Bodenkennwerte

Die mit den Kleinrammbohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten können nach DIN 18300 folgenden Homogenbereichen zugeordnet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass eine dezidierte bodenmechanische Untersuchung der Homogenbereiche einerseits nicht Gegenstand der Beauftragung und im Weiteren im vorliegenden Fall (chaotische Auswurfmassen der Bunten Breccie) nicht zielführend ist.

Die nachgehende Zuordnung erfolgt daher zunächst nur informativ. Da die DIN 18300 als Bestandteil der VOB vertragswirksam ist, empfehlen wir die Bewertung der Bodenklassen nach alter DIN 18300 in einem Vergabeprotokoll zu vereinbaren.

Bodenart	**Homogenbereich nach DIN 18300**	**Bodenklasse nach DIN 18300 (alte Fassung)**
Oberboden humoser Oberboden	-	Oberboden Bodenklasse 1
Bunte Breccie Bindige Böden der Gruppe UM/TM bei fester Zustandsform Bodengruppe TA Festgesteinseinlagerungen Fels unterschiedlicher Beschaffenheit verwittert, gestört	B 1a	mittelschwer lösbarer Boden Bodenklasse 4 Leicht lösbarer Fels und vgl. Böden Bodenklasse 6 schwer lösbarer Boden Bodenklasse 5 Leicht lösbarer Fels Bodenklasse 6
Bunte Breccie Sand, schluffig bis stark schluffig, locker bis dicht gelagert SU-SU*	B 1b	leicht bis mittel bis schwer lösbarer Boden Bodenklasse 3 bis 5

Tabelle 1: Homogenbereiche und frühere Bodenklassen nach DIN 18300

Festgesteinseinlagerungen können geologisch bedingten Mehraushub im Fundament und Baugrubenbereich verursachen. Den anstehenden Böden sind nachstehende charakteristische Vorbemessungskennwerte zuzuordnen

Bodenart	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ' [°]	c' [kN/m²]	E_S (*1) [MN/m²]	kf [m/s]
Bunte Breccie Schluff/Ton,						
UM/TM						
weichplastisch	**19,0**	**9,0**	**22,5**	**3-5**	**4-6**	
steifplastisch	**20,0**	**10,0**	**22,5**	**5-8**	**6-10**	
halbfest	**21,0**	**11,0**	**22,5**	**8-15**	**10-15**	
fest	**21,5**	**11,5**	**22,5**	**15-25**	**15-40**	**<10-8**
TA halbfest	**20,0**	**10,0**	**20,0**	**25-30**	**10-15**	
fest	**21,0**	**11,0**	**20,0**	**30-50**	**15-25**	
Bunte Breccie Sand, schluffig bis stark schluffig SU-SU*						
locker	**19,0**	**10,0**	**25,0**	**0**	**10-15**	
mitteldicht	**19,5**	**10,5**	**27,5**	**0**	**15-30**	**10^{-5}-10^{-7}**
dicht	**20,0**	**11,0**	**30,0**	**0**	**30-50**	

Tabelle 2: charakteristische Vorbemessungskennwerte
(*1) Werte für E_S sind last- tiefenabhängig

Die anstehenden Böden sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen. Eine gezielte Bodenverwertung ist unter Ansatz üblicher geotechnischer Randbedingungen z.B. dem Einsatz in Erdbauwerken nur mit einhergehenden Bodenverbesserungen möglich.

Aus den vorstehenden charakteristischen Bodenkennwerten sind je nach Rechenansatz die zugehörigen Designwerte unter Beachtung der jeweiligen Teilsicherheiten nach DIN 1054 zu ermitteln. Es Grenzwertbetrachtungen zu führen und hiernach z.B. Maßnahmen zur Eignungsprüfung aufzustellen.

6. Technische Auswertung der Untersuchungen

6.1 Erd- und grundbautechnische Vorbemerkungen

Die anstehenden Böden der Bunten Breccie sind bekannt für ihre starken Schwankungen hinsichtlich Bodenkennwerten. Insbesondere Reibungswinkel und Scherparameter sind stark schwankend. So wurden im näheren Umfeld Auswurfmassen aus Opalinuston ausgehalten, welche mit einem Reibungswinkel φ‘=14-16°nach einer aufgetretenen Rutschung zu beschreiben waren. Im Bereich Schellenberg und innerstädtisch in Donauwörth wurden für entsprechende Böden stark differierende Grenzmantelreibungskennwerte ausgehalten.

Im Weiteren ist für den Westhang des Schellenberges das Phänomen des Hangkriechens bekannt und auch beschrieben. Für ein Wohngebäude an der nur unweit gelegenen Georg-Regel-Straße sind Bewegungen im Wertebereich von 1-2 mm/Jahr bekannt.

Im Straßenverlauf der B 25 werden Brückenwiderlager hinsichtlich des vorstehenden Aspektes überwacht. Am Ende des angedachten Rampenbauwerks ist ein Inklinometer hierzu erstellt worden. Die Überwachungsergebnisse dieses Messpunktes liegen allerdings zum Erstellungstermin dieses Berichtes noch nicht vor. Sofern hier nach auftraggeberseitiger Erhebung keine Unterlagen vorliegen, wird eine Kontrolle von Bewegungen durch nachgehende Messungen angeraten. Die Ergebnisse sind für ein entsprechendes Brückenbauwerk mit Gründung in diesem Bereich von elementarer Bedeutung.

Im Rahmen einer weiteren Planung wird eine sog. Blindbefahrung der Inklinometer und nachgehende Aufnahme von Messungen empfohlen, sofern aus dem Projekt eine entsprechende Notwendigkeit abzuleiten ist.

Zuletzt ist unter Bezug auf eine Baugrubenanlage für eventuelle Ankerungen oder Baugrubensicherungen darauf hinzuweisen, dass eine Eignungsprüfung zu erfolgen hat. Unter Hinweis auf Baugrubensicherungen mit Litzen- wie Stabankern im Stadtgebiet Donauwörth liegen Erfahrungen vor, die eine hohe Über- wie Unterschreitung der Vorbemessungswerte nach den Regelwerten belegen.

6.2 Gründungsempfehlungen

6.2.1 Erdbeben

Das Baufeld kommt nach der Länderliste von Bayern (Stand 20.07.2018) in der Erdbebenzone 1 und der geologischen Untergrundklasse T zu liegen. Die Baugrundklasse ist C. Die Ausführungen bzw. Hinweise der DIN EN 1998 sind zu beachten.

Es wird hierbei allerdings darauf hingewiesen, dass in Bayern derzeit bauaufsichtlich die DIN 4149 eingeführt ist. Die Anwendung der jeweiligen Norm als Stand der Technik bzw. bauaufsichtlichen Zulassung ist zum Realisierungszeitpunkt abzustimmen.

6.2.2 Frostsicherheit

Dem Einfluss von Frost unterliegende Fundamente bzw. Bodenplatten sind mindestens 1,2 m unter endgültiger GOK zu gründen. Die Frostsicherheit in der Bauzeit ist zu beachten.

6.2.3 Gründungsvarianten

Hinsichtlich einer Gründungsempfehlung für ein noch nicht näher bekanntes Bauwerk können nur grundsätzliche Aussagen getroffen werden. Insofern wird nachgehend bei steigenden Bauwerks- und damit Fundamentlasten eingegangen, wobei für ein Rampenbauwerk als Brücke von typischerweise abzuleitenden Einzellasten als Pfeilerfundamente sowie Widerlager ausgegangen wird.

- *Flachgründungen konstruktive Bauwerke*

Zunächst muss darauf hingewiesen werden, dass die Gründungskonzeption den vorstehenden Ausführungen zum „Hangkriechen“ Rechnung tragen müssen. Es ist zu betrachten, dass die Gründung ggf. „nachholbar, justierbar“ zu bemessen ist.

Es können Flachgründungen ausgeführt werden. Flachgründungen sind unterhalb einer Gründungstiefe von $t \geq 2{,}5$ m unter Gelände entweder über Magerbetonvertiefungen oder entsprechende Bodenaustauschmaßnahmen vorzunehmen. Unter Annahme einer mindestens frostsicheren Gründung mit $t \geq 1{,}2$ m bzw. wie vorstehend festgelegt >2,5 m, können die aufnehmbaren Sohlspannungen im Kennwert

σ_{Rd} = 300 kN/m² für Einzelfundamente bzw.
σ_{Rd} = 250 kN/m² für Streifenfundamente

bemessen werden. Es sind in den anstehenden mittel- bis ausgeprägt plastischen Böden Setzungen von 2-3 cm zu kalkulieren. Auf Anlage 5 zur Vorbemessung wird hingewiesen.

Als Vorbemessungskennwerte für den anzusetzenden Bettungsmodul (sofern differenziert) einer elastisch gebetteten Bodenplatte können zunächst folgende Vorbemessungskennwerte angesetzt werden:

k_s = 7,5 / 10,0 MN/m³ (Fläche/Rand)

Hierauf basierend ist die statische Bemessung vorzunehmen und die Fundament-/Bodenplatte hinsichtlich den rechnerischen Verformungen zu prüfen. Eine zusätzliche Differenzierung des Bettungsmoduls über eine Setzungsberechnung nach DIN 4019 ist unter Bezug auf endgültige Bauwerkslasten erforderlich.

Die Ausführung von Flachgründungen wird entsprechend vorstehenden Vorbemessungskennwerten zu einer Limitierung der ableitbaren Bauwerkslasten führen, da folgerichtig die Fundamente nicht unendlich vergrößert werden können.

- *Tiefgründungen*

Die Konzeption von Tiefgründungen ist, wie schon bei einer Flachgründung, hinsichtlich möglicher Bewegungen des Hanges abzugleichen. In der rein lokalen Fundamentbetrachtung können z.B. Brückenfundamente, wie dies bei den bestehenden Fundamenten der Fußgängerbrücke der Fall ist, konzipiert werden. Die abtragbaren Lasten werden aus den Nachweisen Kippen und Gleiten jedoch bei einer Flachgründung limitiert sein. Höhere Lasten als ca. 2 MN/Stütze im Designwert, werden kaum abzutragen sein bzw. erfordern dann eine Pfahlgründung.

Für eine grobe und unverbindliche Pfahlvorbemessung wurde angenommen, dass die anstehenden Böden der Bunten Breccie bis 20 m Tiefe anstehend sind. In Anlage 6.1 wurde eine exemplarische Vorbemessung für einen Bohrpfahl DN 620 mm vorgenommen. Abtragbare Pfahllasten von 1,2-1,8 MN/Pfahl bei entsprechenden Pfahlabständen sind möglich, mit einer Probebelastung ggf. sogar noch höher anzusetzen. Größere Durchmesser erlauben auch noch höhere Lasten abzutragen.

Für Bohrpfähle DN 880 ergeben sich entsprechend höhere, abtragbare Lasten bis in den Wertebereich von 3 MN/Pfahl.

Für das Brückenbauwerk sind unter Hinweis auf die avisierte Lebensdauer von üblicherweise 50 Jahre die jeweiligen Kriechverformungen des Hanges und deren Auswirkungen auf Widerlager abzugleichen. Für eine Pfahlgründung ist in diesem Zusammenhang zu klären, ob eine Dislokation die Systemtragfähigkeit verringert bzw. grundsätzlich gefährdet.

Für Bohrpfähle kann aus den bisherigen Erkenntnissen abgeleitet werden, dass eine Ausführung ohne Verrohrung als SOB-Pfähle möglich ist. Unter Hinweis auf die EA-Pfähle gelten entsprechend die jeweiligen DIN-Normen und Dibt-Zulassungen.

- *Zusammenfassend Betrachtung*

Ein Rampenbauwerk als typisches Brückenbauwerk für Fußgänger kann entsprechend der örtlichen Geologie und den Erfahrungen hierzu über Flach- wie Tiefgründungen in Kombination abgesetzt werden. Für die Konstruktion sind die mittel- bis langfristigen Verschiebungen der jeweiligen Auflagerbereiche aus den bekannten Verformungen hochzurechnen und Maßnahmen für den Zeitpunkt der Überschreitung zu definieren.

Für Tiefgründungen sind nach Möglichkeit in sich weitgehend biegesteife Gründungselemente zu wählen. In diesem Zusammenhang ist einem im Durchmesser größeren Pfahl im Abgleich zu einem mit geringerem Maß kleineren Pfahl größerer Länge der Vorzug zu geben. Die Abgrenzung des Kriechkörpers ist aus den Aufzeichnungen im Umgriff der B 2 zu prüfen.

6.3 Erdbauwerke

Die Erstellung eines Rampenbauwerks als Erdbauwerk wird durch die zulässige Belastung des Untergrundes bestimmt. Daneben sind die anzusetzenden bodenmechanischen Kennwerte eines Schüttgutes für die Wahl von Böschungswinkeln im Dammbauwerk selbst maßgeblich.

Im Grundsatz ist festzustellen, dass sich die Böschungen im Bereich des Baufeldes hinsichtlich dem Nachweis „Böschungsfussbruch“ im Grenzgleichgewicht befinden. Hierbei ist jeweils der Böschungsfussbruch in Richtung der Talseite nach Westen maßgeblich. Aufgrund der derzeitigen Geländesituation und den bekannten Hangbewegungen ist davon auszugehen, dass sich grundbautechnisch ein System darstellt, dass sich standsicherheitstechnisch im Grenzbereich, d.h. bei Ausnutzungsgraden von η=0,9-1,0 befindet. Bei einer Dammschüttung als „Rampenbauwerk“ ist daher davon auszugehen, dass eine Auflast im derzeitigen Geländeniveau grundbautechnisch nicht oder nur mit entsprechenden Maßnahmen zur Baugrundverbesserung zu erstellen ist. Dammfußflächen müssen derart gestaltet werden, dass ein Böschungsfußbruch in den Untergrund verhindert wird. Üblicherweise sind hierzu entsprechende Maßnahmen zur Einbindetiefe am Dammfuß $t \geq 2{,}0$ m wie Bodenaustausch, die Verlegung von Geogittern, Bodenstabilisierungen usw. zu ergreifen. Auf weithin ebenem Gelände sind diese Maßnahmen eher einfach zu realisieren. In dem betreffenden Baufeld erschweren die natürlichen Geländeneigungen entsprechende Erdbaustellen jedoch erheblich.

Im Weiteren ist derzeit aufgrund einer fehlenden Planung kein Erdbaustoff als Rampenmaterial aus Aushub zu erwarten bzw. vorhanden. Im Grundkonzept eines Erdbauwerkes erachten wir aus standsicherheitstechnischen Gründen derzeit Damm-/Rampenhöhen von max. 3 m bei Böschungsneigungen bis 1:2 als realisierbar. Bei höheren Rampen bis 5 m Schütthöhe sind zumindest nach Westen die Neigungen auf Werte <1:2 abzuflachen. Im Abgleich zu den natürlichen Böschungen ergibt sich damit eine Situation eines flach auslaufenden Verschnittes zwischen Böschung und Urgelände, welche Erdbauwerke in Frage stellen.

Zuletzt muss auf das Thema der Witterungsempfindlichkeit von entsprechenden Baumaßnahmen in dem natürlichen Gelände hingewiesen werden. Erdbauwerke bedürfen einer entsprechenden Entwässerung des Dammkörpers und der Aufstandsfläche.

In der zusammenfassenden Betrachtung eines möglichen Rampenbauwerks als Erd-/Dammkörper ist festzustellen, dass

- auf Basis der bestehenden Verformungen (Kriechen),
- der Maßnahmen der Entwässerung,
- der Probleme zum Nachweis der Standsicherheit auf einem derzeit bereits im Grenzbereich der Standsicherheit liegenden Hanges

die Erstellung von Rampenbauwerken aus Erdbaustoffen nicht empfohlen bzw. eher sogar abzuraten ist.

7. Bautechnische Hinweise

7.1 Versickerung von Dach- und Oberflächenwasser

Dach- und Oberflächenwasser kann im Baufeld nach den Vorgaben der DWA A 138 nicht zur Versickerung gebracht werden und ist der Vorflut aufzugeben. Für neuerliche Bauwerke ist daher mit einem Anschluss von Entwässerungsleitungen an die bestehende Kanalisation auszugehen. Unter Hinweis auf die Gefällesituation sollte jedoch die Ableitung über Bestandskanäle in den Kaibach möglich sein. Nach Erfordernis sind Rückhaltevolumina zu schaffen.

7.2 Freianlagen und Parkplätze

Die Freianlagen empfehlen wir nach RSTO-12 zu bemessen. Eine Einteilung erachten wir in die Belastungsklasse BK 0,3 als ausreichend an. Unter Beachtung der Eigenschaften der anstehenden Böden kann hier ein Kennwert $E_{v2} \geq 45$ MN/m² auf dem Untergrund nicht erreicht werden. Es wird empfohlen den frostsicheren Gesamtaufbau daher mit insgesamt 65 cm zu wählen und einen zusätzlichen Bodenaustausch von 20 cm vorzusehen. In der Kostenbetrachtung für das Bauwerk sind entsprechende Aufwendungen für Bereiche mit geländeparallelem Verlauf anzusetzen.

8. Zusammenfassung

Die Große Kreisstadt Donauwörth beabsichtigt einen Ideenwettbewerb für ein Rampenbauwerk als Verbindungselement zwischen der Fußgängerüberführung westlich des Freibades über den Kalvarienberg zur Donauwörther Innenstadt auszuloben. Im Verlauf des angedachten Rampenbauwerks wurden hierzu 7 Bodenaufschlüsse mittels Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475 bis zu erreichbaren Aufschlusstiefen ausgeführt.

Im Ergebnis der Bodenaufschlüsse wurde eine einheitliche Abfolge von Schichten der Bunden Breccie aufgeschlossen. Die stark bindigen Böden weisen oberflächennah bis in eine Tiefe von ca. 3 m unter Gelände eine weiche bis steife Zustandsform der bindigen Matrix auf, welche sich zur Tiefe sukzessive auf steifplastisch bis halbfest verbessert.

Grundwasser wurde nicht angetroffen. Lokale Schichtwasserzutritte sind wie aus Aufschlussbohrungen im Bereich des neuen Hochbehälters bekannt, möglich.

Für ein Rampenbauwerk als Fußgängerbrücke kann in den anstehenden Böden von einer möglichen Flachgründung ausgegangen werden. Bei höheren Spannweiten von Brückenbauwerken und damit höheren Lasten ist eine Gründung über Pfähle zu erwägen. In der grundbautechnischen Hinsicht ist hierbei insbesondere das langfristige Kriechverhalten des gesamten Baufeldbereiches als bekannt zu beachten. Im näheren Umfeld sind Kennwerte von 1-2 mm/a an Kriechmaß bekannt. Es sind langfristige Auswirkungen auf Neubauten zu erwarten, welche zu berücksichtigen sind. Laufende Überwachungen hierzu durch das staatliche Bauamt Augsburg liegen noch nicht vor, doch ist grundsätzlich für den Hangbereich standsicherheitstechnisch davon auszugehen, dass die Bewegungen anhaltend sind. Unter diesen Randbedingungen ist für die Standsicherheit derzeit von Ausnutzungsgraden η=0,9-1,2 auszugehen.

Dach- und Oberflächenwasser kann nicht versickert werden.

Die entsprechenden Vorschläge aus dem Ideenwettbewerb sind den vorstehenden Randbedingungen anzupassen bzw. zu unterwerfen. Die Wertung im ausgelobten Ideenwettbewerb ist unter Beachtung der Realisierbarkeit mit dem Unterzeichner abzustimmen.

<u>Der Bericht darf nur vollständig weitergegeben werden. Die Weitergabe in Auszügen wird nicht gestattet.</u>

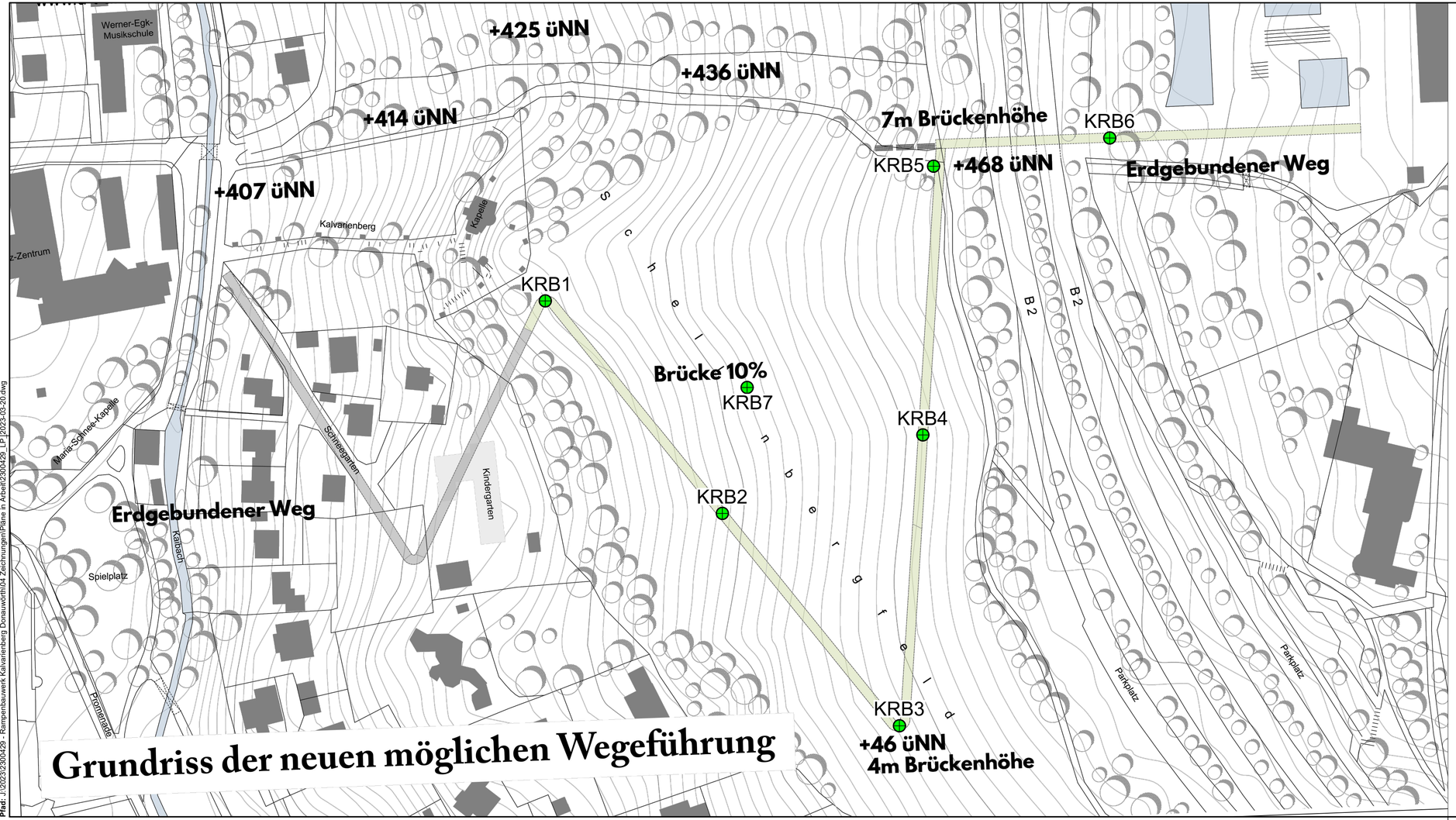
Bearbeiter:

Gerd Spielberger
Diplom-Ingenieur (FH)

Stephan Gros
Diplom-Geologe

Anlagen

- 1 Lageplan



Ansatzpunkte

Name	Rechtswert	Hochwert
KRB1	631111.63	5398056.37
KRB2	631178.26	5397976.32
KRB3	631244.89	5397896.38
KRB4	631253.69	5398005.87
KRB5	631257.69	5398107.06
KRB6	631324.02	5398117.67
KRB7	631187.55	5398023.76

Zeichenerklärung

KRB — Kleinrammbohrung

Flur-Nr.: 699/11; 699/8; 699/5; 2183/4	**Gemarkung:** Donauwörth
Gemeinde: Donauwörth	**Landkreis:** Donau-Ries
Plangrundlage: ©Bayerische Vermessungsverwaltung; ©UTA-Architekten	
Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller: Große Kreisstadt Donauwörth, Rathausgasse 1, 86609 Donauwörth	**Planverfasser:** HPC AG Niederlassung Harburg, Nördlinger Straße 16, 86655 Harburg / Schwaben, www.hpc.ag

Projekt: Rampenbauwerk Kalvarienberg

Darstellung: Lageplan -Lage der Bodenaufschlüsse-

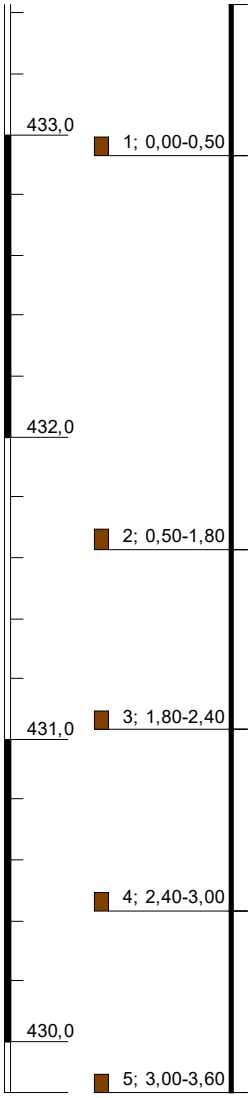
Anlage: 1	**Projektnummer:** 2300429	**Planstand:** 23.03.2023	
Maßstab: 1 : 1 000	**Plangröße [mm]:** 751x316	**gezeichnet:** Ulrich	
Layout: LP		**geprüft:** Gros	
Koordinatensystem: ETRS89/UTM 32N (EPSG 25832)		**Höhensyst.:**	

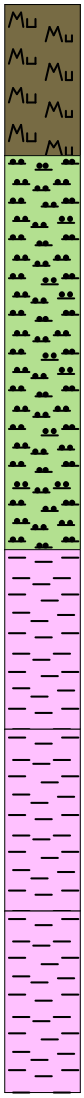
Pfad: J:\2023\2300429 - Rampenbauwerk Kalvarienberg Donauwörth\04 Zeichnungen\Pläne in Arbeit\2300429_LP_2023-03-20.dwg

- 2 Bodenprofile, Rammdiagramme

KRB1

m u. NHN | m u. GOK (433,43 m NHN)





0,50 Mutterboden, (Schluff, tonig, feinsandig, organisch), Haarwurzeln, dunkelbraun, erdfeucht, weich, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, Stauchung 0,00-0,40 m

TM-TA

1,30 Schluff, stark tonig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung, hellbraun, erdfeucht bis feucht, weich bis steif, mäßig schwer zu bohren, TM (Ton, mittelplastisch) bis TA (Ton, ausgeprägt plastisch)

TA

0,60 Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung, hellbraun, erdfeucht, steif, mäßig schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch)

TA

0,60 Ton, schluffig, schwach sandig, Kalksteinablagerung, hellbraun, grau, erdfeucht, steif bis halbfest, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch), BLT: 2,48 m

TA

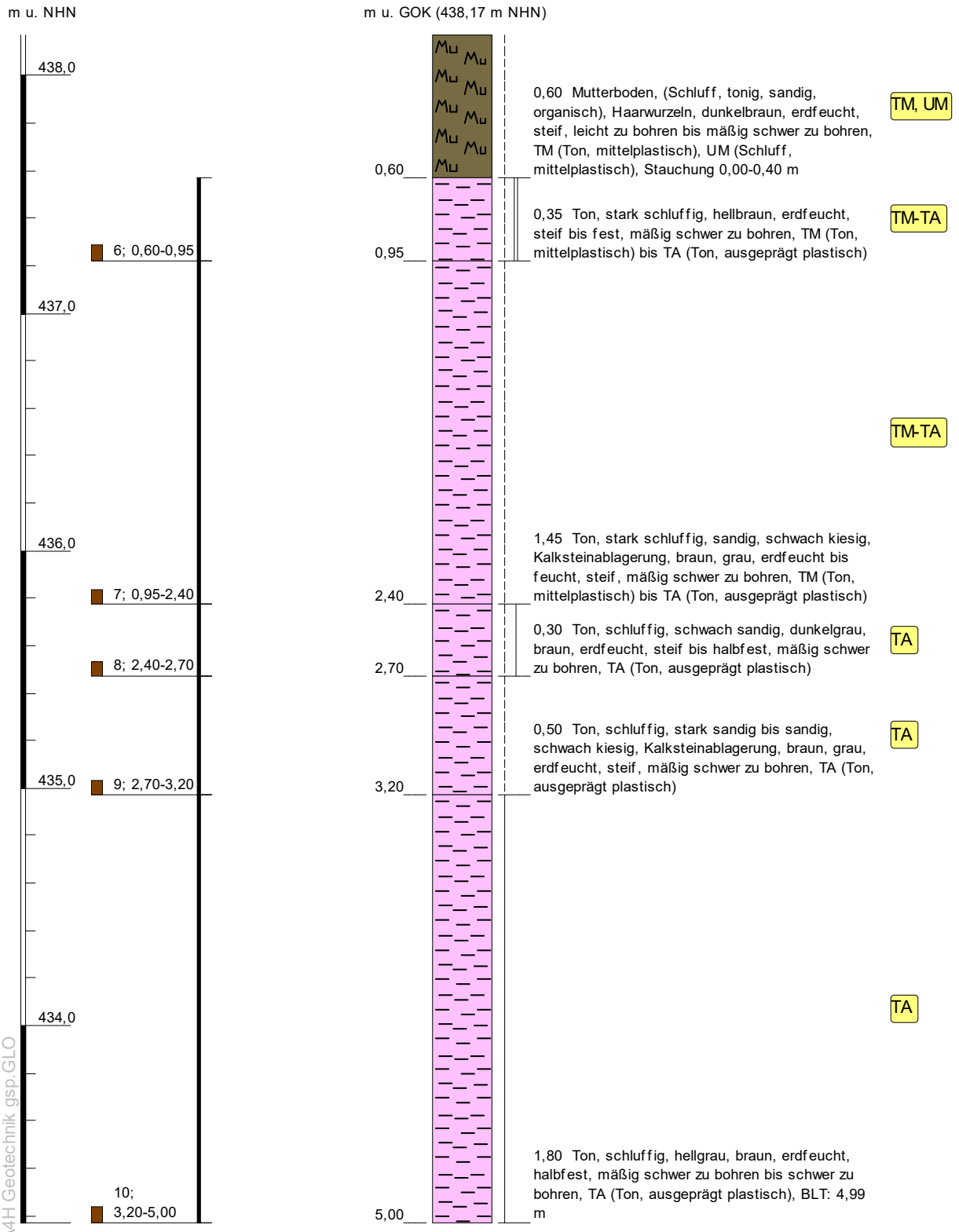
0,60 Ton, schluffig, Kalksteinablagerung, dunkelbraun, grau, erdfeucht, halbfest, schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch), kein Bohrfortschritt

Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB1**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631112
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5398056
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	433,43 m
Datum:	15.03.2023	Anlage 2.1	Endtiefe: 3,60 m

KRB2



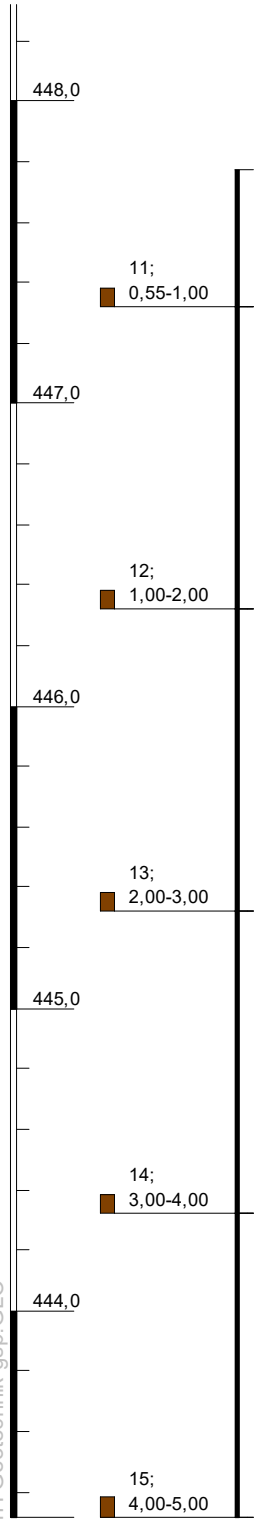
Höhenmaßstab: 1:25

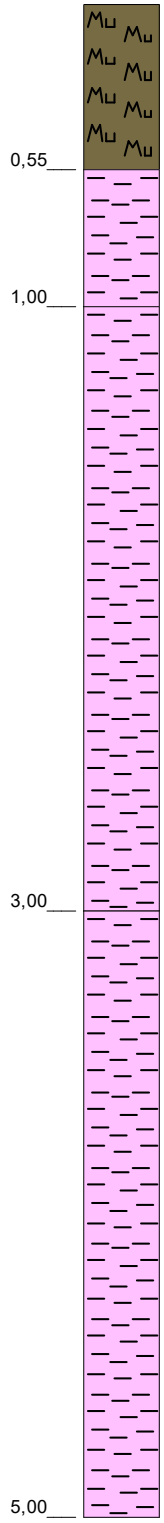
Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB2**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631178
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5397976
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	438,17 m
Datum:	15.03.2023 Anlage 2.2	Endtiefe:	5,00 m

KRB3

m u. NHN | m u. GOK (448,32 m NHN)





0,55 Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln, < 1 % Ziegelbruch, dunkelbraun, erdfeucht, weich, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, TM (Ton, mittelplastisch), UM (Schluff, mittelplastisch) — TM, UM

0,45 Ton, stark schluffig, kiesig, schwach sandig, Kalksteinablagerung, braun, erdfeucht, steif, mäßig schwer zu bohren, TM (Ton, mittelplastisch) bis TA (Ton, ausgeprägt plastisch) — TM-TA

TA

2,00 Ton, schluffig, schwach sandig, hellgrau, braun, erdfeucht, steif bis halbfest, mäßig schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch)

TA

2,00 Ton, schluffig bis schwach schluffig, sehr schwach sandig, hellgrau, braun, erdfeucht, halbfest, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch), BLT: 4,85 m

Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

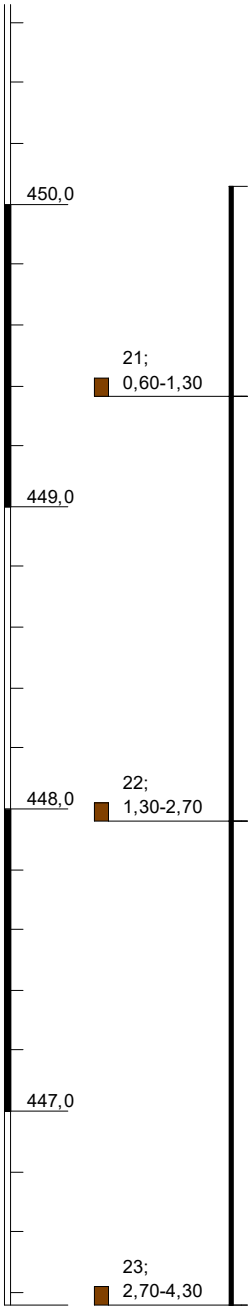
Höhenmaßstab: 1:25

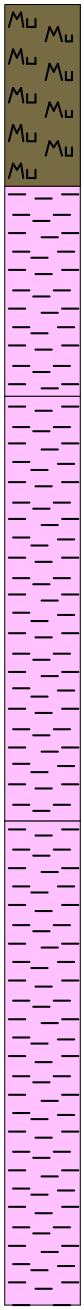
Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB3**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631245
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5397896
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	448,32 m
Datum:	15.03.2023	Anlage 2.3	Endtiefe: 5,00 m

KRB4

m u. NHN

m u. GOK (450,66 m NHN)





0,60 Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln, dunkelbraun, erdfeucht, steif, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, UM (Schluff, mittelplastisch), TM (Ton, mittelplastisch), Stauchung 0,00-0,40 m — UM, TM

0,70 Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, braun, erdfeucht, steif bis halbfest, mäßig schwer zu bohren, TM (Ton, mittelplastisch) bis TA (Ton, ausgeprägt plastisch) — TM-TA

1,40 Ton, stark schluffig, stark sandig bis sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung, hellbraun, grau, erdfeucht, steif bis halbfest, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, TM (Ton, mittelplastisch) bis TA (Ton, ausgeprägt plastisch) — TM-TA

1,60 Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, Kalksteinablagerung, dunkelgrau, braun, erdfeucht, halbfest, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, TA (Ton, ausgeprägt plastisch), BLT: 4,24 m — TA

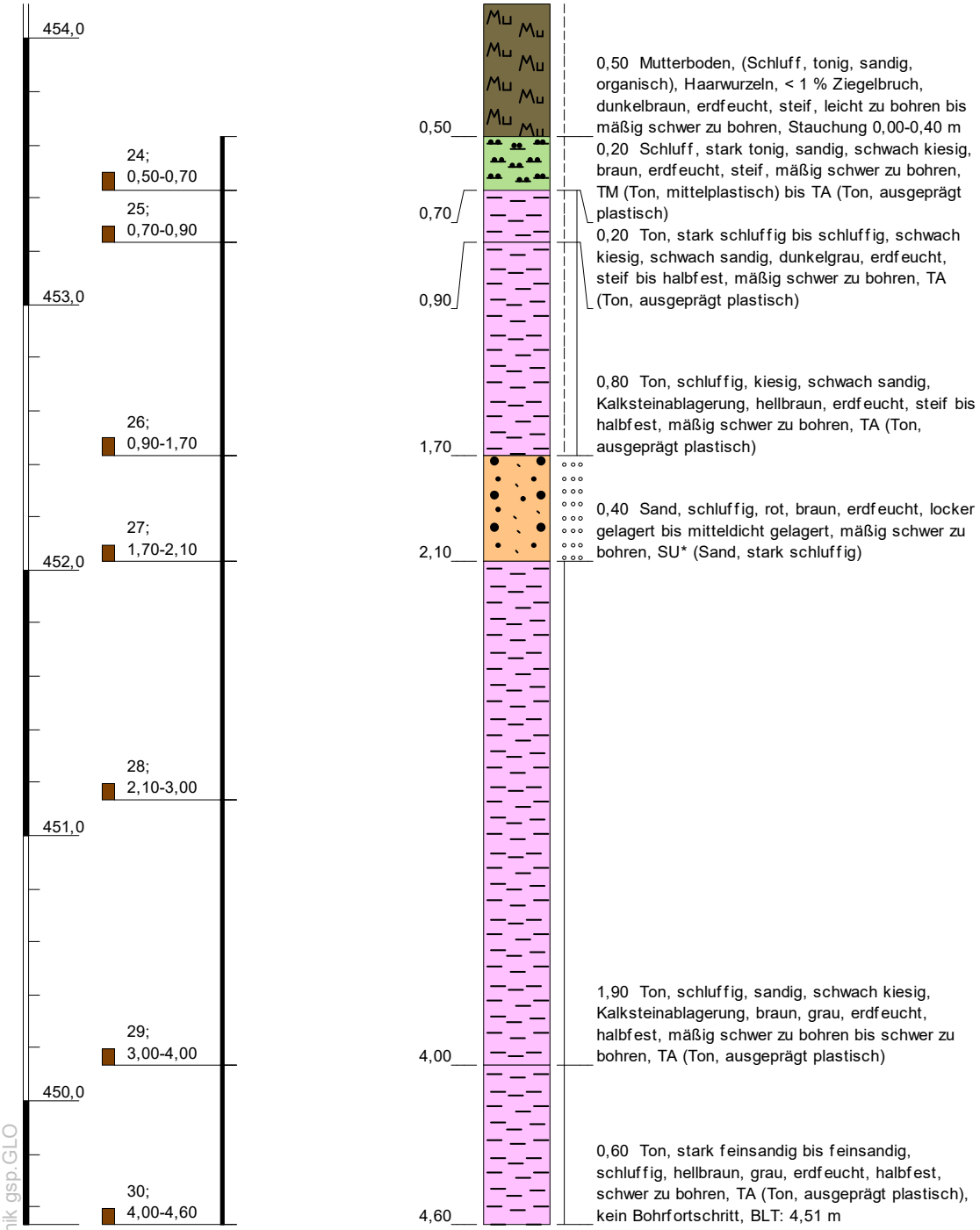
Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB4**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631254
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5398006
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	450,66 m
Datum:	15.03.2023	Anlage 2.4	Endtiefe: 4,30 m

KRB5

m u. NHN | m u. GOK (454,13 m NHN)



Höhenmaßstab: 1:25

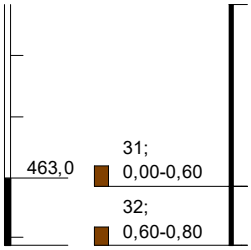
Blatt 5 von 7

Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

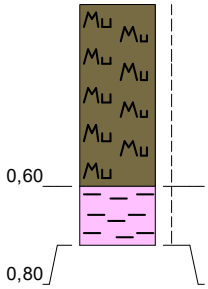
Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB5**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631258
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5398107
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	454,13 m
Datum:	15.03.2023	Anlage 2.5	Endtiefe: 4,60 m

KRB6

m u. NHN



m u. GOK (463,57 m NHN)



0,60 Mutterboden, (Schluff, tonig, kiesig, sandig, organisch), Wurzelreste, < 1 % Ziegelbruch, dunkelbraun, erdfeucht, steif, Stauchung 0,00-0,20 m

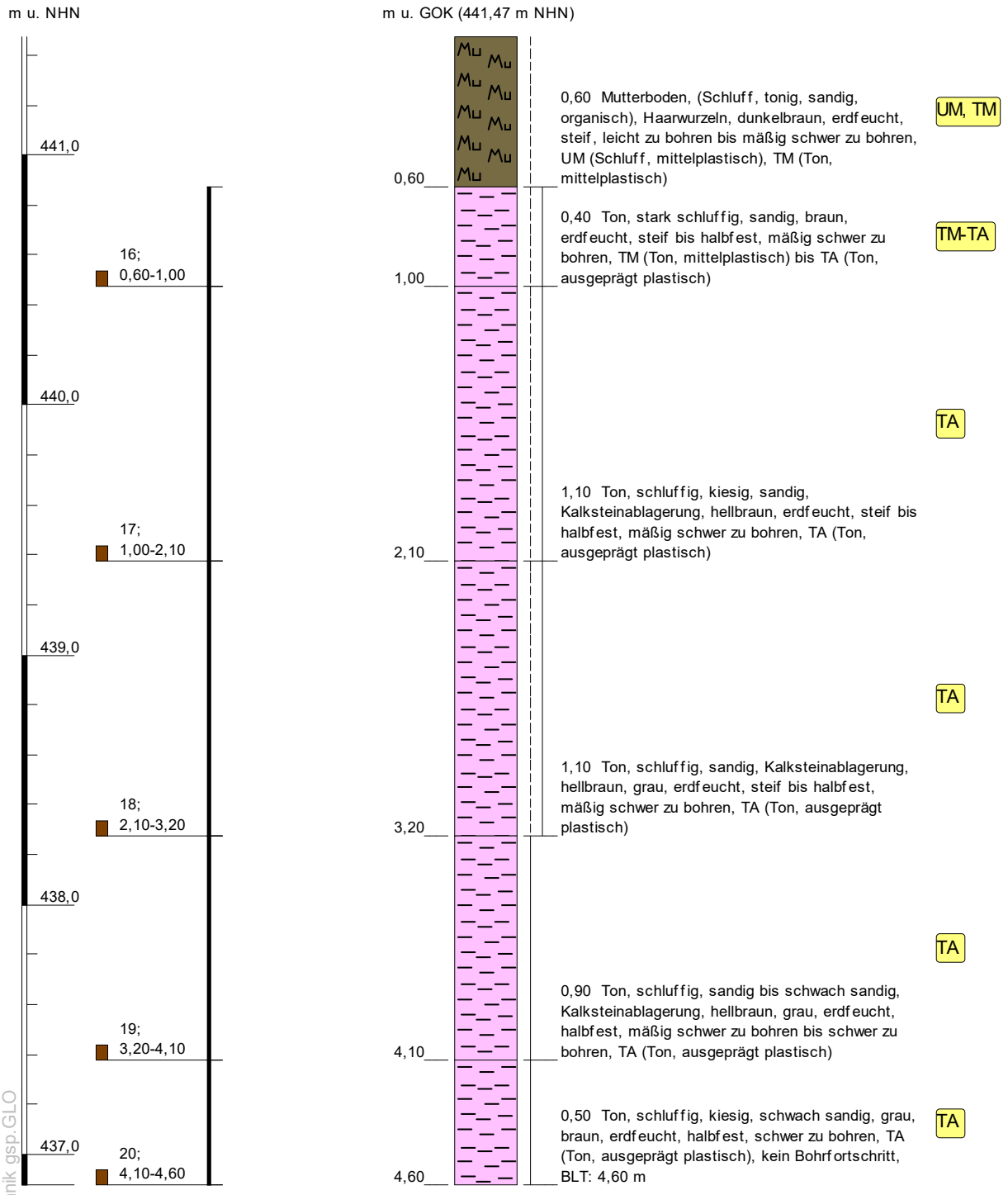
0,20 Ton, stark schluffig, schwach sandig, Wurzelreste, Glimmer, hellbraun, erdfeucht, steif, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, kein Bohrfortschritt, BLT: 0,79 m

Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB6**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631324
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5398118
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	463,57 m
Datum:	15.03.2023 Anlage 2.6	Endtiefe:	0,80 m

KRB7



Höhenmaßstab: 1:25

Bohrprofil A4H Geotechnik gsp.GLO

Projekt:	**2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg**		
Bohrung:	**KRB7**		
Auftraggeber:	Stadt Donauwörth	Rechtswert:	631188
Bohrfirma:	HPC AG	Hochwert:	5398024
Bearbeiter:	Gros	Ansatzhöhe:	441,47 m
Datum:	15.03.2023	Anlage 2.7	Endtiefe: 4,60 m

- 3 Schichtenverzeichnisse

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 4.1

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB1	**433,43 m**	**Bohrzeit: 15.03.23 - 15.03.23**

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,50	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, feinsandig, organisch), Haarwurzeln b) c) weich d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)	Stauchung 0,00-0,40 m erdfeucht	bp	1	0,50
1,80	a) Schluff, stark tonig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) weich bis steif d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht bis feucht	bp	2	1,80
2,40	a) Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	3	2,40
3,00	a) Ton, schluffig, schwach sandig, Kalksteinablagerung b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellbraun, grau f) g) h) TA i)	BLT: 2,48 m erdfeucht	bp	4	3,00
3,60	a) Ton, schluffig, Kalksteinablagerung b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) dunkelbraun, grau f) g) h) TA i)	kein Bohrfortschritt erdfeucht	bp	5	3,60

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB2

438,17 m

Bohrzeit:
15.03.23 - 15.03.23

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,60	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln b) c) steif d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) TM, UM i)	Stauchung 0,00-0,40 m erdfeucht			
0,95	a) Ton, stark schluffig b) c) steif bis fest d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	6	0,95
2,40	a) Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun, grau f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht bis feucht	bp	7	2,40
2,70	a) Ton, schluffig, schwach sandig b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelgrau, braun f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	8	2,70
3,20	a) Ton, schluffig, stark sandig bis sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun, grau f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	9	3,20
5,00	a) Ton, schluffig b) c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellgrau, braun f) g) h) TA i)	BLT: 4,99 m erdfeucht	bp	10	5,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB3

448,32 m

Bohrzeit:
15.03.23 - 15.03.23

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,55	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln, < 1 % Ziegelbruch b) c) weich d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) TM, UM i)	erdfeucht			
1,00	a) Ton, stark schluffig, kiesig, schwach sandig, Kalksteinablagerung b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	11	1,00
3,00	a) Ton, schluffig, schwach sandig b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) hellgrau, braun f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp bp	12 13	2,00 3,00
5,00	a) Ton, schluffig bis schwach schluffig, sehr schwach sandig b) c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellgrau, braun f) g) h) TA i)	BLT: 4,85 m erdfeucht	bp bp	14 15	4,00 5,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB4	**450,66 m**	**Bohrzeit: 15.03.23 - 15.03.23**

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz-punkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalk-gehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unter-kante)**
0,60	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln b) c) steif d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) UM, TM i)	Stauchung 0,00-0,40 m erdfeucht			
1,30	a) Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	21	1,30
2,70	a) Ton, stark schluffig, stark sandig bis sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellbraun, grau f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	22	2,70
4,30	a) Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, Kalksteinablagerung b) c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) dunkelgrau, braun f) g) h) TA i)	BLT: 4,24 m erdfeucht	bp	23	4,30

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB5

454,13 m

Bohrzeit:
15.03.23 - 15.03.23

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,50	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln, < 1 % Ziegelbruch b) c) steif d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)	Stauchung 0,00-0,40 m erdfeucht			
0,70	a) Schluff, stark tonig, sandig, schwach kiesig b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	24	0,70
0,90	a) Ton, stark schluffig bis schluffig, schwach kiesig, schwach sandig b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelgrau f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	25	0,90
1,70	a) Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig, Kalksteinablagerung b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	26	1,70
2,10	a) Sand, schluffig b) c) locker gelagert bis mitteldicht gelagert d) mäßig schwer zu bohren e) rot, braun f) g) h) SU* i)	erdfeucht	bp	27	2,10
4,00	a) Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, Kalksteinablagerung b) c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) braun, grau f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	28	3,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB5	**454,13 m**	**Bohrzeit: 15.03.23 - 15.03.23**

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz-punkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen**				**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
	b) Ergänzende Bemerkung					**Art**	**Nr**	**Tiefe in m (Unter-kante)**
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	**d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang**	**e) Farbe**					
	f) Übliche Benennung	**g) Geologische Benennung**	**h) Gruppe**	**i) Kalk-gehalt**				
						bp	29	4,00
4,60	a) Ton, stark feinsandig bis feinsandig, schluffig				kein Bohrfortschritt, BLT: 4,51 m erdfeucht	bp	30	4,60
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellbraun, grau					
	f)	g)	h) TA	i)				

HPC	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage 4.6 Seite 7 von 8

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB6	**463,57 m**	**Bohrzeit:** **15.03.23 - 15.03.23**

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz-punkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalk-gehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben** **Art**	**Nr**	**Tiefe in m (Unter-kante)**
0,60	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, kiesig, sandig, organisch), Wurzelreste, < 1 % Ziegelbruch b) c) steif d) e) dunkelbraun f) g) h) i)	Stauchung 0,00-0,20 m erdfeucht	bp	31	0,60
0,80	a) Ton, stark schluffig, schwach sandig, Wurzelreste, Glimmer b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) i)	kein Bohrfortschritt, BLT: 0,79 m erdfeucht	bp	32	0,80

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

2300429_Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrung: KRB7

441,47 m

Bohrzeit:
15.03.23 - 15.03.23

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe** **Wasserführung** **Bohrwerkzeuge** **Kernverlust** **Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,60	a) Mutterboden, (Schluff, tonig, sandig, organisch), Haarwurzeln b) c) steif d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) UM, TM i)	erdfeucht			
1,00	a) Ton, stark schluffig, sandig b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) TM-TA i)	erdfeucht	bp	16	1,00
2,10	a) Ton, schluffig, kiesig, sandig, Kalksteinablagerung b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	17	2,10
3,20	a) Ton, schluffig, sandig, Kalksteinablagerung b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun, grau f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	18	3,20
4,10	a) Ton, schluffig, sandig bis schwach sandig, Kalksteinablagerung b) c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) hellbraun, grau f) g) h) TA i)	erdfeucht	bp	19	4,10
4,60	a) Ton, schluffig, kiesig, schwach sandig b) c) halbfest d) schwer zu bohren e) grau, braun f) g) h) TA i)	kein Bohrfortschritt, BLT: 4,60 m erdfeucht	bp	20	4,60

- 4 Laborergebnisse

HPC AG
Nördlinger Str. 16
86655 Harburg (Schwaben)
Tel. 09080 / 999-0, Fax. 09080 /999-299

Labor-Nr.: 10455 - 10458

Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Rampenbauwerk Kalvarienberg

Donauwörth

Bearbeiter: Kapfer

Datum: 04.04.2023

Projektnummer: 2300429
Entnahmestelle: s. unten
Tiefe: s. unten
Bodenart: s. unten
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 15.03.2023

Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 3	KRB 4		
Entnahmetiefe:	1,80 m - 2,40 m	1,00 m - 2,00 m	1,30 m - 2,70 m		
Bodenart:	T, u*, s	T, u	T, u*, s		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	464.56	517.98	569.72		
Trockene Probe + Behälter [g]:	422.53	438.81	515.80		
Behälter [g]:	186.76	185.08	185.80		
Porenwasser [g]:	42.03	79.17	53.92		
Trockene Probe [g]:	235.77	253.73	330.00		
Wassergehalt [%]	17.83	31.20	16.34		

Entnahmestelle:					
Entnahmetiefe:					
Bodenart:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

HPC AG
Nördlinger Str. 16
86655 Harburg
Tel. 09080 / 999 - 0

Labor-Nr.: 10456
Anlage 4.2

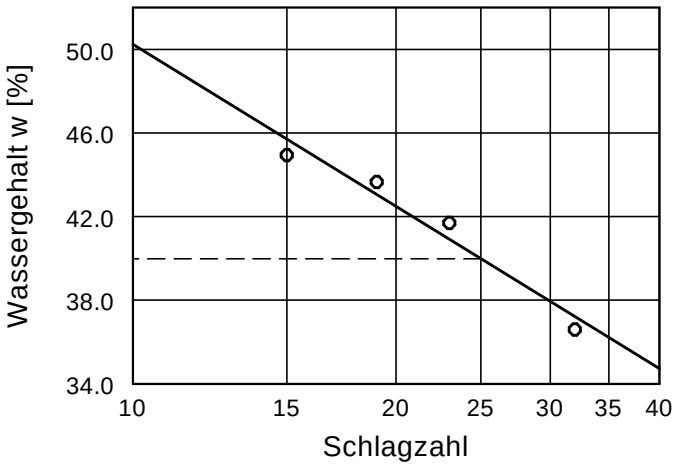
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Rampenbauwerk Kalvarienberg

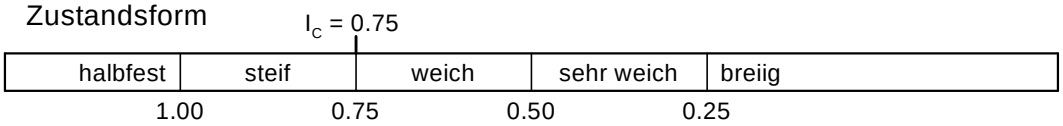
Donauwörth

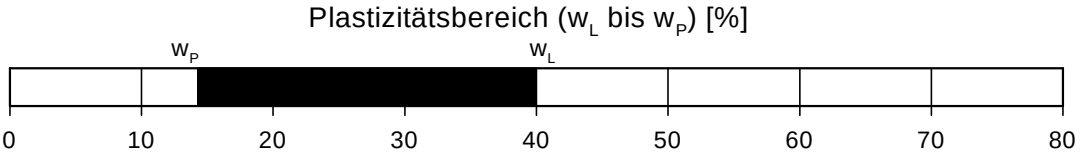
Bearbeiter: Kapfer Datum: 04.04.2023

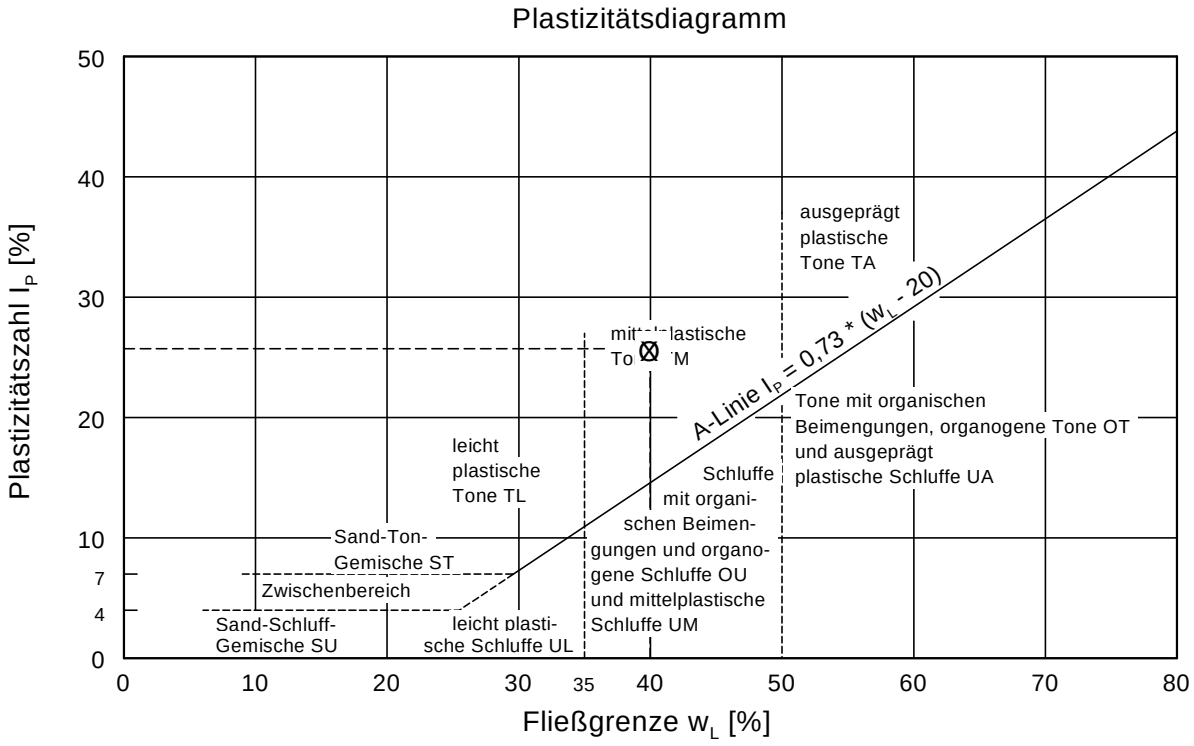
Projekt-Nr.: 2300429
Entnahmestelle: KRB 2
Tiefe: 0,95 m - 2,40 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u*, s
Probe entnommen am: 15.03.2023



Wassergehalt w =	20.7 %
Fließgrenze w_L =	40.0 %
Ausrollgrenze w_P =	14.3 %
Plastizitätszahl I_P =	25.7 %
Konsistenzzahl I_C =	0.75







HPC AG
Nördlinger Str. 16
86655 Harburg
Tel. 09080 / 999 - 0

Labor-Nr.: 10459
Anlage 4.3

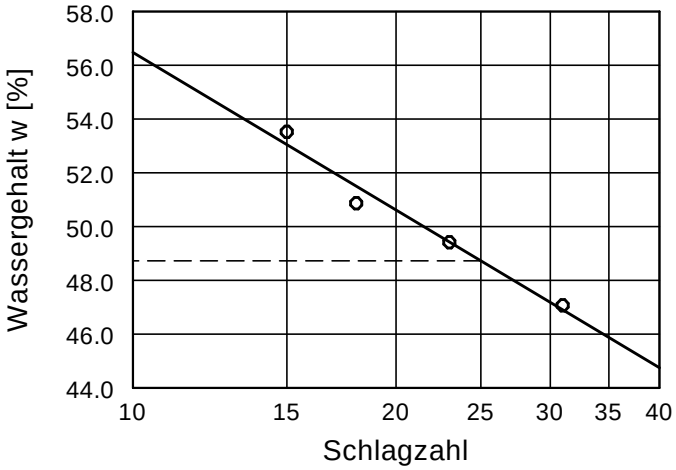
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Rampenbauwerk Kalvarienberg

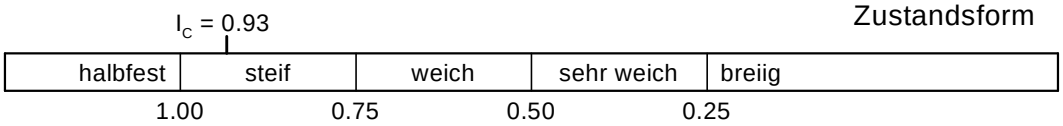
Donauwörth

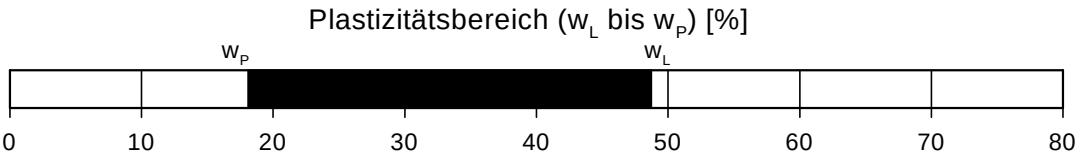
Bearbeiter: Kapfer Datum: 04.04.2023

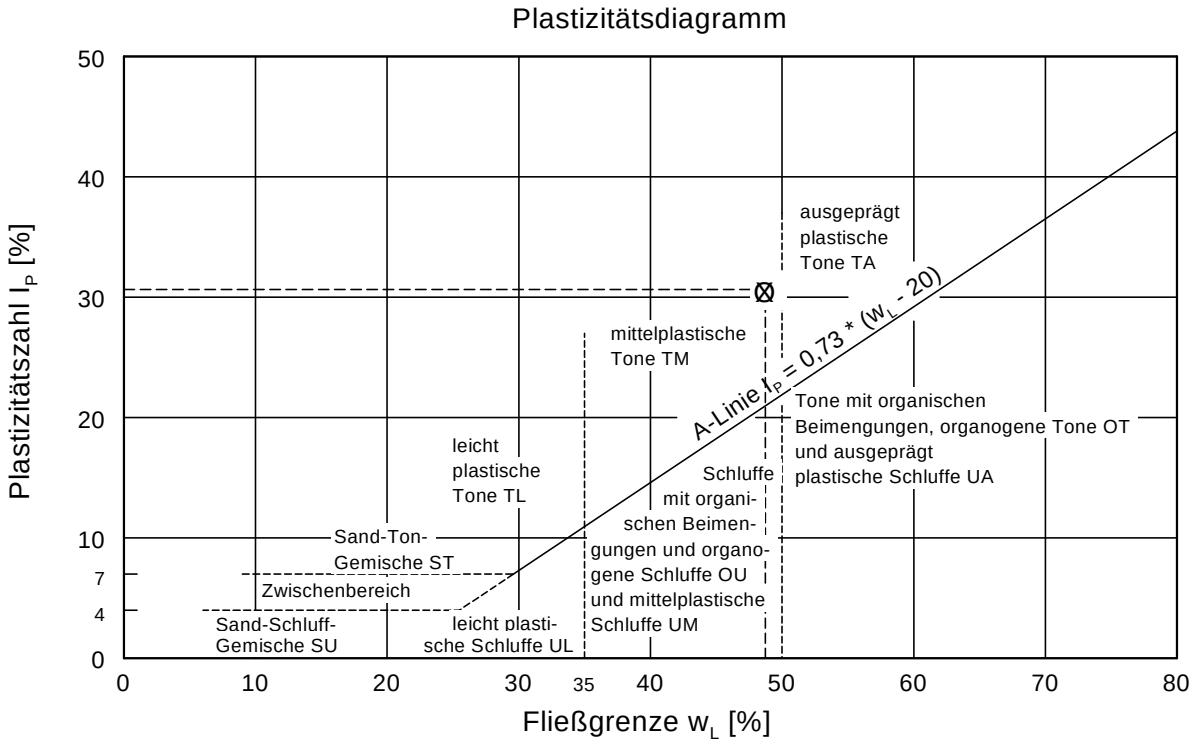
Projekt-Nr.: 2300429
Entnahmestelle: KRB 5
Tiefe: 2,10 m - 3,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u*, s
Probe entnommen am: 15.03.2023



Wassergehalt w =	20.1 %
Fließgrenze w_L =	48.7 %
Ausrollgrenze w_P =	18.1 %
Plastizitätszahl I_P =	30.6 %
Konsistenzzahl I_C =	0.93







HPC AG
Nördlinger Str. 16
86655 Harburg
Tel. 09080 / 999 - 0

Labor-Nr.: 10460
Anlage 4.4

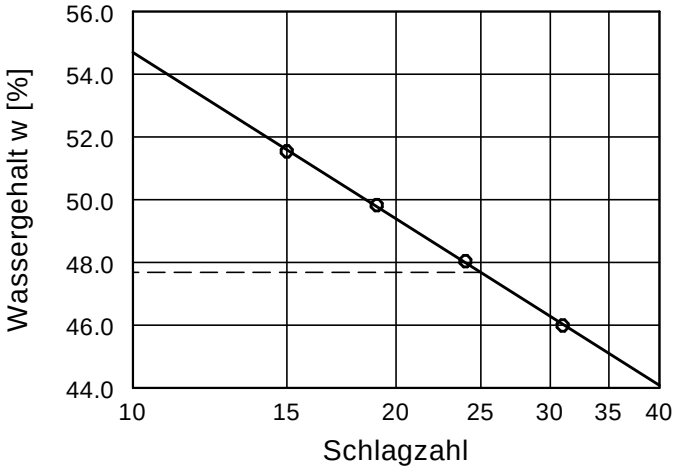
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Rampenbauwerk Kalvarienberg

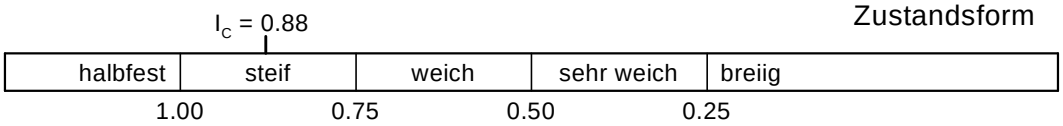
Donauwörth

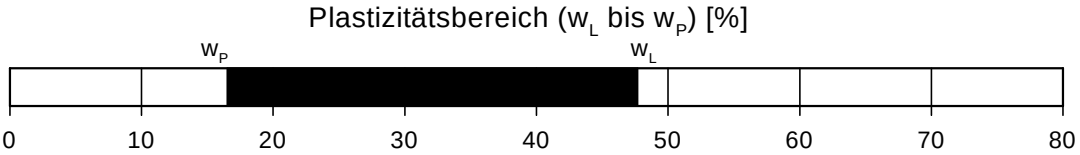
Bearbeiter: Kapfer Datum: 04.04.2023

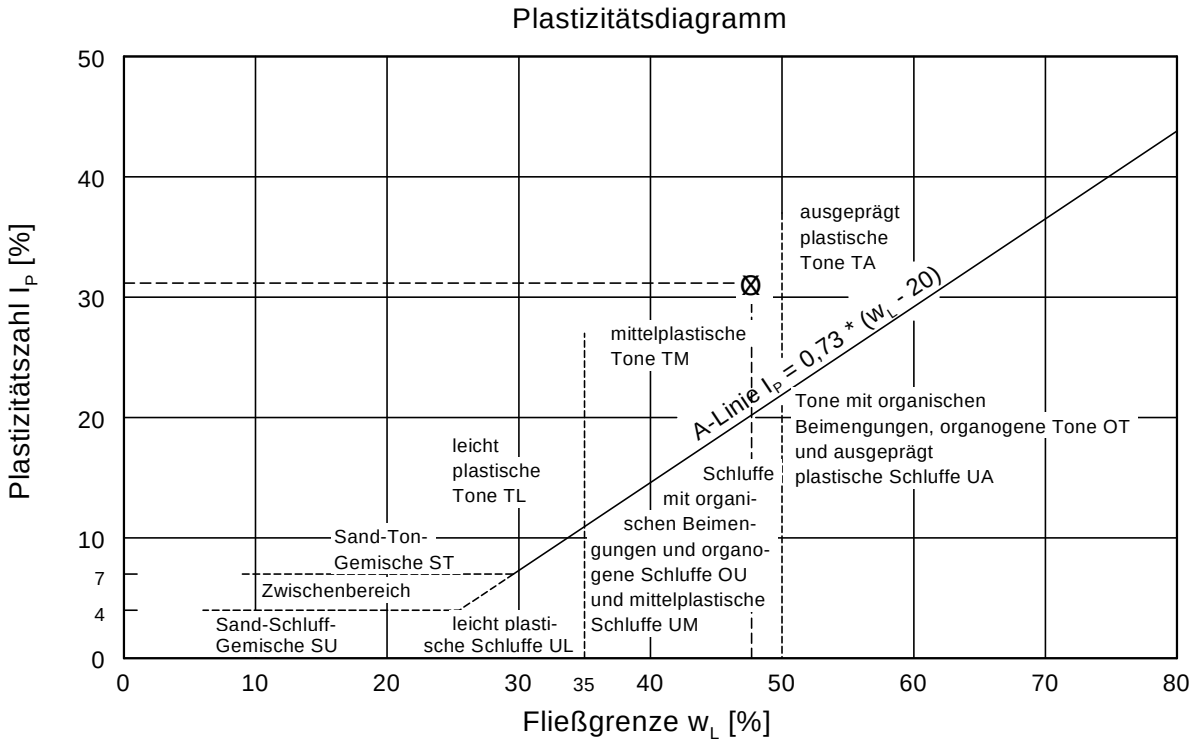
Projekt-Nr.: 2300429
Entnahmestelle: KRB 7
Tiefe: 1,00 m - 2,10 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u*, s
Probe entnommen am: 15.03.2023



Wassergehalt w =	20.3 %
Fließgrenze w_L =	47.7 %
Ausrollgrenze w_P =	16.5 %
Plastizitätszahl I_P =	31.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.88







- 5 Fundamentdiagramm

2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg

Vorbemessungswerte Einzelfundamente

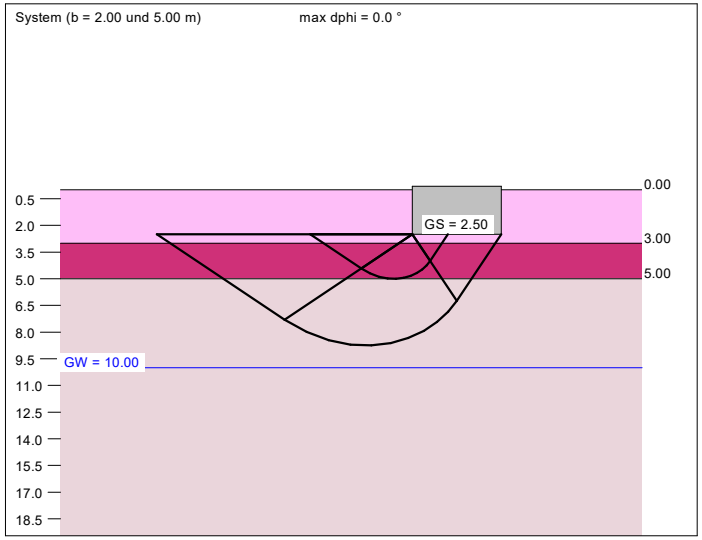
HPC

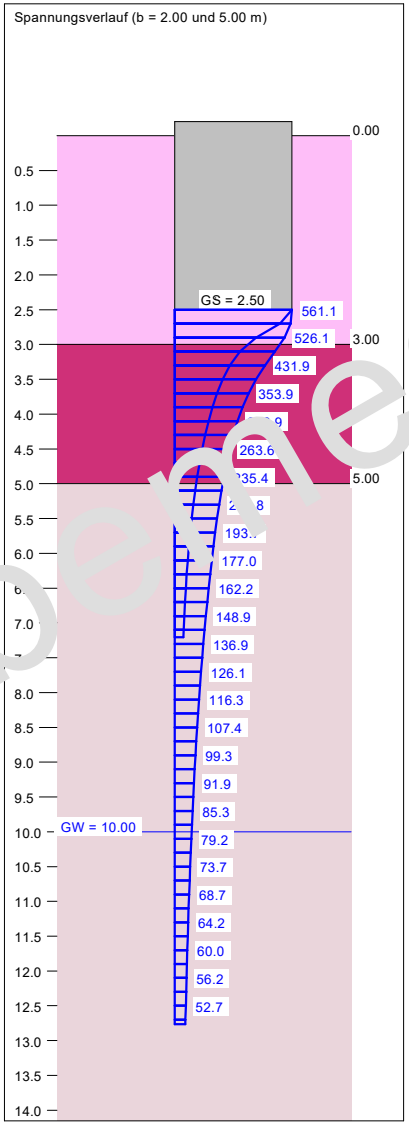
Anlage 5

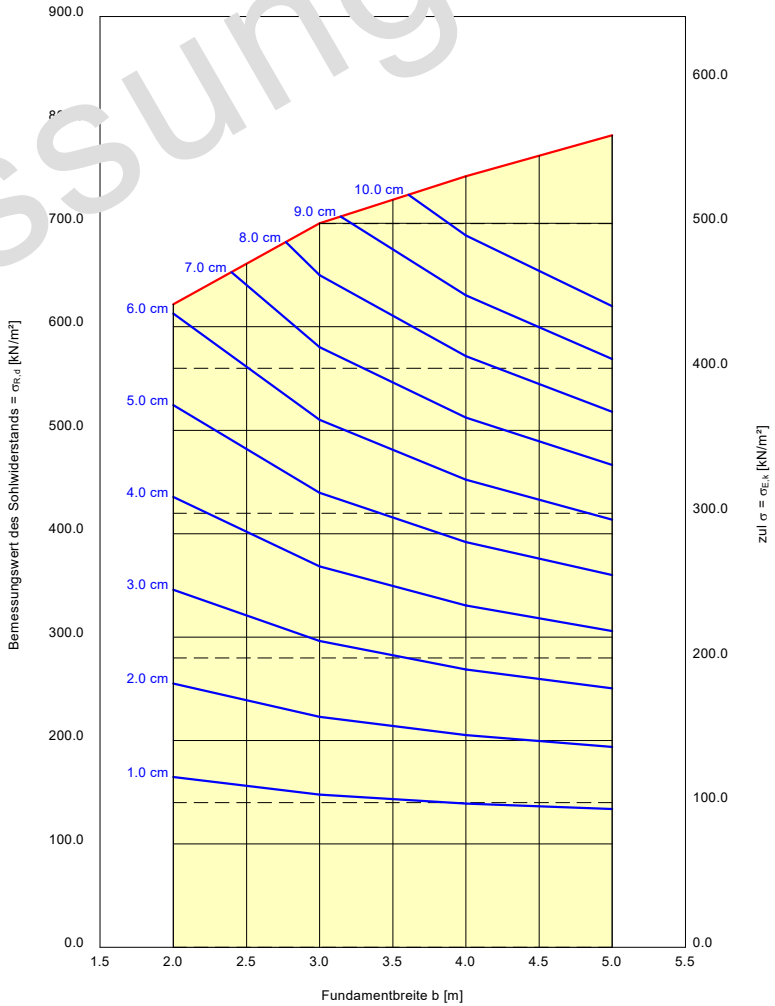
Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5/9.5	22.5	5.0	0.30	3.7	Bunte Breccie, weich-steif
	20.5/10.5	22.5	10.0	0.30	11.1	Bunte Breccie, st- hf
	21.0/11.0	22.5	15.0	0.30	18.6	Bunte Brecie, hf

Berechnungsgrundlagen:
230429 Rampenbauwerk Kalvarienberg
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

Anteil Veränderliche Lasten = 0.330
$\gamma_{(G,Q)} = 0.330 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.330) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.399
Gründungssohle = 2.50 m
Grundwasser = 10.00 m
Vorbelastung = 40.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{ü}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
2.00	2.00	621.6	2486.6	444.2	6.10 *	22.5	9.22	20.[illegible]	48.[illegible]	7.20	5.00
3.00	3.00	700.0	6300.0	500.2	8.72 *	22.5	11.86	20.[illegible]	48.75	9.10	6.25
4.00	4.00	745.4	11927.1	532.6	10.99 *	22.5	12.65	20.52	48.75	10.89	7.50
5.00	5.00	785.2	19630.4	561.1	13.28 *	22.5	13.12	20.60	48.75	12.76	8.74

* Vorbelastung = 40.0 kN/m²

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33

Vorbemessung

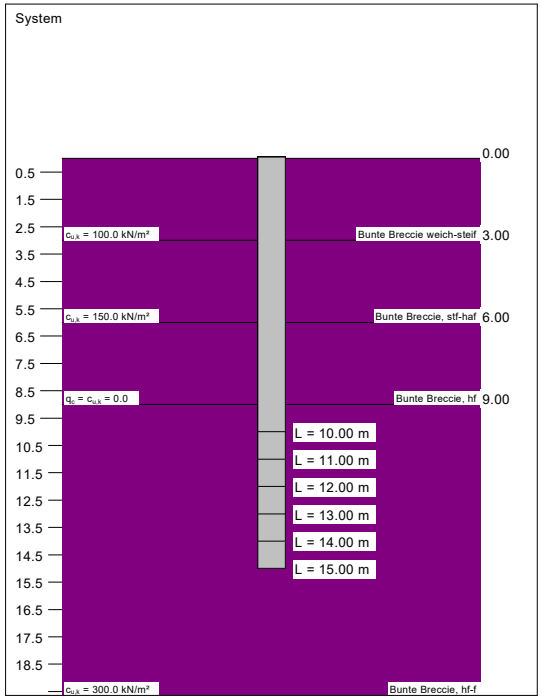
- 6 Pfahlbemessungsdiagramm

2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg

Bohrpfahl, Berechnung nach angenommenen Bodenkennwerten

HPC

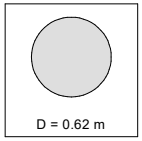
Anlage 6.1

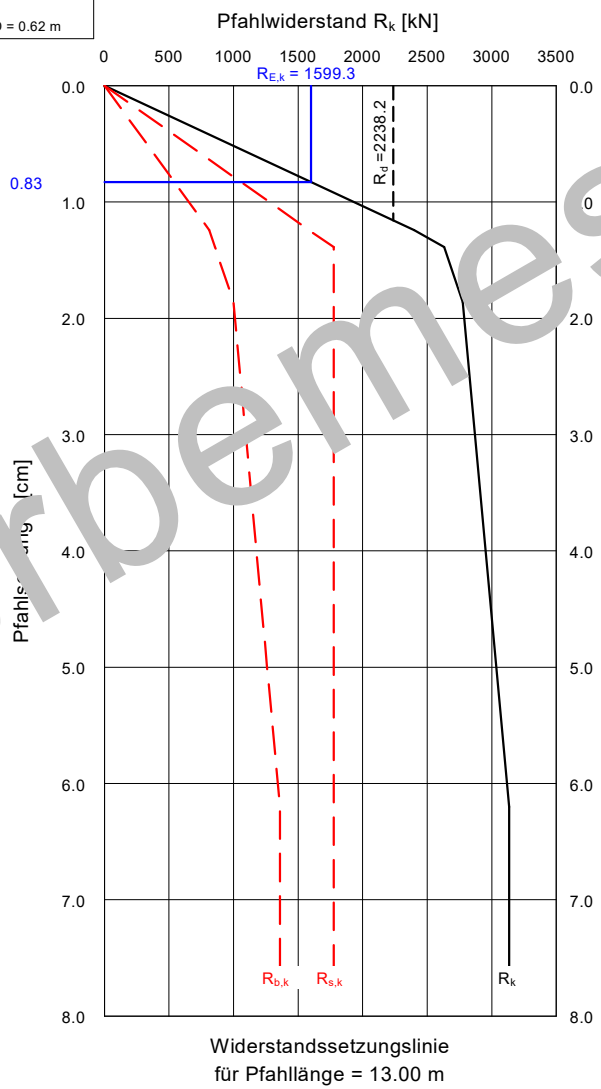


Boden	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k02}$ [MN/m²]	$q_{b,k03}$ [MN/m²]	$q_{b,k10}$ [MN/m²]	$q_{s,k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	0.0	100.0	0.400	0.500	0.900	0.0450	Bunte Breccie weich-steif
	0.0	150.0	0.675	0.800	1.350	0.0575	Bunte Breccie, stf-haf
	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	Bunte Breccie, hf
	0.0	300.0	1.075	1.325	1.800	0.0750	Bunte Breccie, hf-f

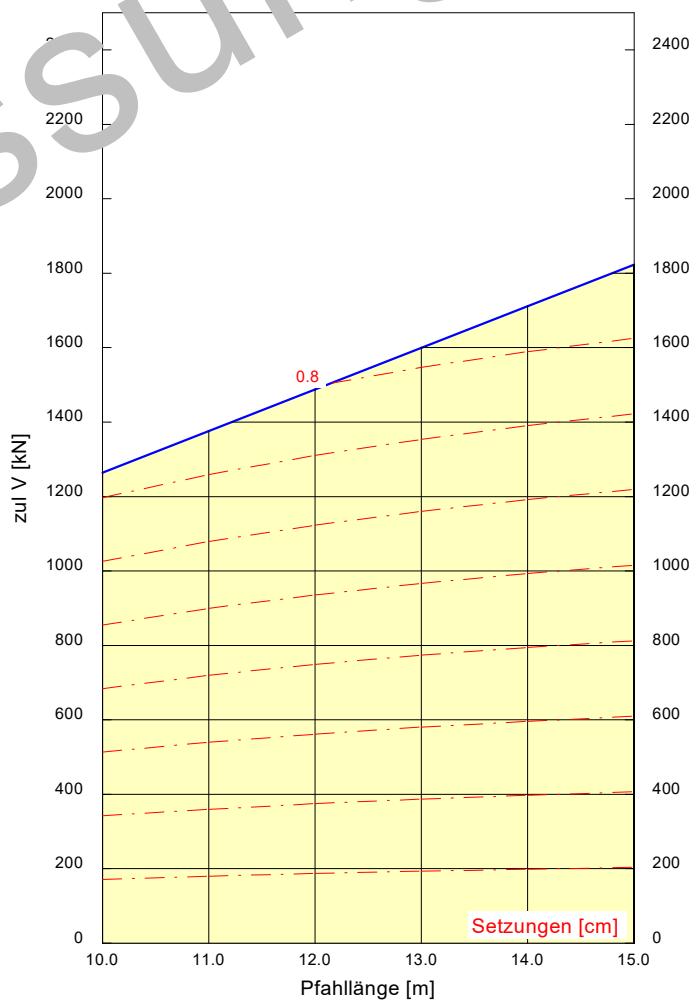
Berechnungsgrundlagen
2300429 Musterberechnung Bohrpfahl
Norm: EC 7
Bohrpfahl
Verhältniswert (min, max) = 0.50
Interpolation Mantelreibung:
bei q_c < 7.5 MN/m² deaktiviert
bei $c_{u,k}$ < 60 kN/m² aktiviert
Pfahldurchmesser = 0.620 m
Anpassungsfaktor (Spitzendruck) = 2.500

Anpassungsfaktor (Mantelreibung) = 1.500
γ_P = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.330
$\gamma_{(G,Q)} = 0.330 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.330) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.399
Zul V
Setzung





Widerstandssetzungslinie
für Pfahllänge = 13.00 m



D [m]	Länge [m]	R_k [kN]	R_d [kN]	$R_{E,k}$ [kN]	zul V [kN]	s [cm]
0.620	10.00	2476.1	1768.7	1263.8	1263	0.73
0.620	11.00	2695.3	1925.2	1375.[illegible]	1375.6	0.765
0.620	12.00	2914.4	2081.7	1487.5	1487.5	0.795
0.620	13.00	3133.5	2238.2	1599.3	1599.3	0.827
0.620	14.00	3352.6	2394.7	1711.1	1711.1	0.861
0.620	15.00	3571.8	2551.3	1823.0	1823.0	0.897

zul V = $R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.399) = R_k / 1.96$ [$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.399]
R_k = Charakteristischer Wert des Pfahlwiderstands
R_d = Bemessungswert des Pfahlwiderstands
$R_{E,k}$ = Pfahlwiderstand bei char. Einwirkung E_k ($R_{E,k} = E_k$)
s = Setzung bei char. Einwirkung E_k

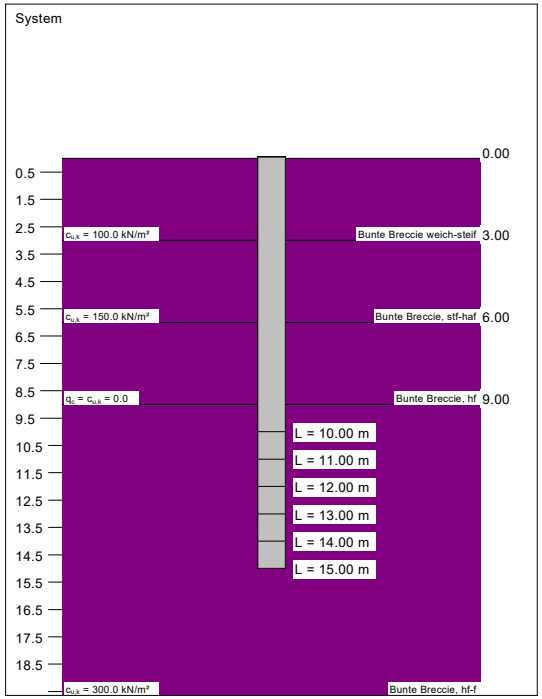
Vorbemessung

2300429 Rampenbauwerk Kalvarienberg

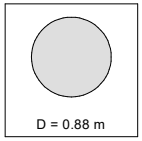
Bohrpfahl, Berechnung nach angenommenen Bodenkennwerten

HPC

Anlage 6.2



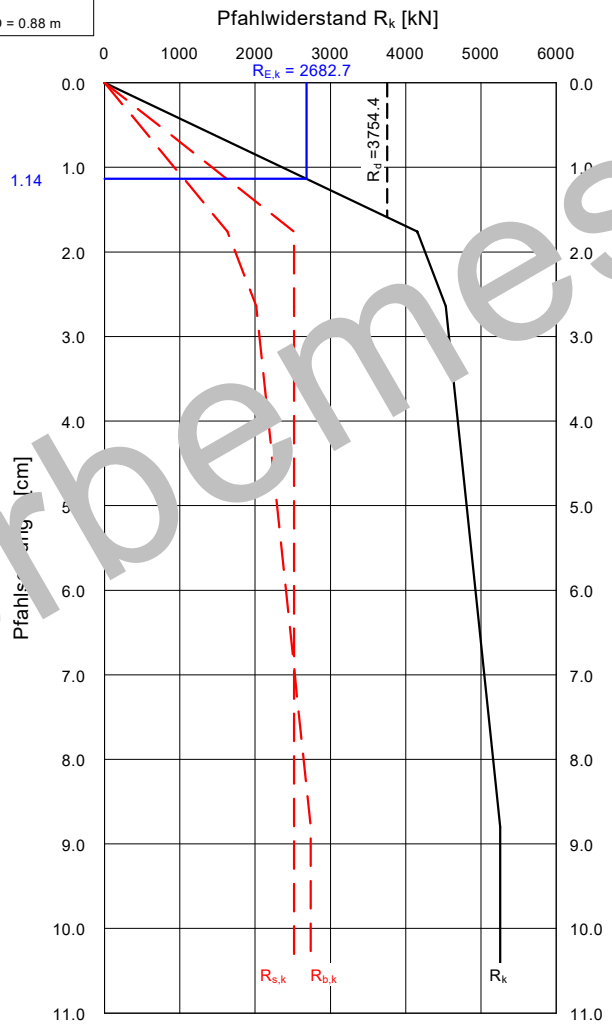
Boden	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k02}$ [MN/m²]	$q_{b,k03}$ [MN/m²]	$q_{b,k10}$ [MN/m²]	$q_{s,k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	0.0	100.0	0.400	0.500	0.900	0.0450	Bunte Breccie weich-steif
	0.0	150.0	0.675	0.800	1.350	0.0575	Bunte Breccie, stf-haf
	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	Bunte Breccie, hf
	0.0	300.0	1.075	1.325	1.800	0.0750	Bunte Breccie, hf-f



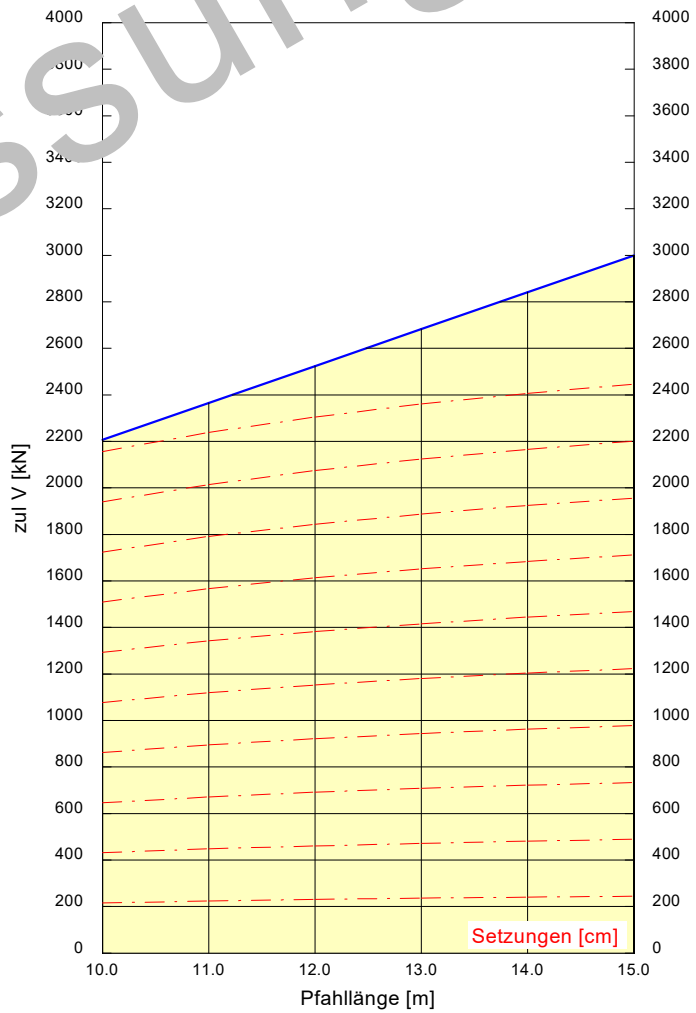
Berechnungsgrundlagen
2300429 Musterberechnung Bohrpfahl
Norm: EC 7
Bohrpfahl
Verhältniswert (min, max) = 0.50
Interpolation Mantelreibung:
bei q_c < 7.5 MN/m² deaktiviert
bei $c_{u,k}$ < 60 kN/m² aktiviert
Pfahldurchmesser = 0.880 m
Anpassungsfaktor (Spitzendruck) = 2.500

Anpassungsfaktor (Mantelreibung) = 1.500
γ_P = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.330
$\gamma_{(G,Q)} = 0.330 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.330) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.399

Zul V
Setzung



Widerstandssetzungslinie
für Pfahllänge = 13.00 m



D [m]	Länge [m]	R_k [kN]	R_d [kN]	$R_{E,k}$ [kN]	zul V [kN]	s [cm]
0.880	10.00	4323.1	3088.0	2206.5	2206	1.02
0.880	11.00	4634.2	3310.1	2365.[illegible]	2365.2	1.057
0.880	12.00	4945.2	3532.3	2524.0	2524.0	1.095
0.880	13.00	5256.2	3754.4	2682.7	2682.7	1.137
0.880	14.00	5567.2	3976.6	2841.4	2841.4	1.181
0.880	15.00	5878.2	4198.7	3000.2	3000.2	1.227

zul V = $R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.399) = R_k / 1.96$ [$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.399]
R_k = Charakteristischer Wert des Pfahlwiderstands
R_d = Bemessungswert des Pfahlwiderstands
$R_{E,k}$ = Pfahlwiderstand bei char. Einwirkung E_k ($R_{E,k} = E_k$)
s = Setzung bei char. Einwirkung E_k

Vorbemessung