

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Neubau der Flutbrücke, Cham

Gegenstand: Baugrunderkundung,
Baugrundgutachten

Auftraggeber: Stadt Cham
Marktplatz 2
93413 Cham

Projektnummer 19162209 (1. Ausfertigung)

Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier

Datum: 04.02.2020

Dieser geotechnische Bericht umfasst 25 Seiten und 5 Anlagen.



IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Dipl.-Ing.(FH) C. Hartl
Geschäftsführer



M. Sc. B. Feilmeier
Sachbearbeiter

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. (FH) S. Müller
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl

Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Telefon (099 01) 94 905 - 0
Telefax (099 01) 94 905 - 22

info@imh-baugeo.de
www.imh-baugeo.de

- Baugrunduntersuchung
- Altlastenuntersuchung
- Beweissicherung
- Erschütterungsmessung
- Lärmmessung
- Hydrologie
- Geothermie
- Spezialtiefbau
- Erd-/Grundbaustatik
- Kontrollprüfungen



Sitz der Gesellschaft:
Hengersberg
Registergericht
Deggendorf HRB 2564

Inhaltsverzeichnis:

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG	4
2. UNTERLAGEN	4
3. UNTERSUCHUNGEN	4
3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	4
3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/ SCHICHTENFOLGE	6
4. BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION	8
5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG	10
5.1 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	10
5.2 FLACHGRÜNDUNG	10
5.3 TIEFGRÜNDUNG	13
5.3.1 BOHRPFÄHLE	13
5.2.2 LASTANSÄTZE	14
6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG	15
6.1 ALLGEMEINES	15
6.2 HOMOGENBEREICHE	15
6.3 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 301 „ERDARBEITEN“ (2019-09)	16
6.4 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 301 „BOHRARBEITEN“ (2019-09)	17
7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	19
7.1 ALLGEMEINE HINWEISE	19
7.2 WASSERHALTUNG/ VERBAU FÜR BAUWERKE	19
7.3 HINTERFÜLLBEREICH DES BAUWERKS	22
8. TEERANALYTIK	22
8.1 TEERANALYTIK SCHNELLERKENNUNG	22
8.2 DEKLARATIONSANALYSE VON AUSBAUASPHALT	23
8.2.1 ERGEBNISSE DER DEKLARATIONSANALYSE	23
8.2.2 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	23
8.2.3 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	25
9. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN	25

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 2:	Bodenprofile, Rammdiagramme
Anlage 3:	Kopfblätter, Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen
Tabelle 2:	Ausgeführte Laborversuche
Tabelle 3:	Wasserstände
Tabelle 4:	Charakteristische Bodenkennwerte
Tabelle 5:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese/ Sande, mind. mitteldichte Lagerung
Tabelle 6:	Bruchwerte $q_{s,k}$ (Mantelreibung) und $q_{b,k}$ (Spitzendruck)
Tabelle 7:	Homogenbereiche Boden B1 bis B2 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)
Tabelle 8:	Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09)
Tabelle 9:	Homogenbereich X1 nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09)
Tabelle 10:	Ergebnisse der Deklarationsanalyse
Tabelle 11:	Einteilung von Straßenaufbruch nach dem PAK-Gehalt, Verwertungsmöglichkeiten gemäß LfU-Merkblatt 3.4/1

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG

Die Stadt Cham plant den Neubau der Flutbrücke an der Janahofer Straße.

Der Bauherr, vertreten durch Herrn Ried, erteilte den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist unser Kostenangebot vom 22.07.2019

Das geplante Bauwerk soll als dreifeldrige Brücke erstellt werden, wobei die beiden äußeren Felder mit Spannweiten von ca. 11,60 m und das mittlere Feld mit einer Spannweite von ca.14,20 m projektiert sind.

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1 (2014-03) der geotechnischen Kategorie 3 zuzuordnen.

Der Standort kann den Übersichtslageplänen der Anlage 1.1 entnommen werden.

2. UNTERLAGEN

U1: Geologische Karte von Bayern, Blatt 6742, Cham Ost, M 1 : 25.000

U2: Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 11, Regensburg, M 1 : 100.000

U3: Luftbild, Historische Karte, Bayernatlas

U4: Entwurfsplanung, Ingenieurbüro für Bauwesen Brandl & Preischl, Cham, Stand: 06.11.2019

3. UNTERSUCHUNGEN

3.1 Feld- und Laboruntersuchungen

Vom 11.11.2019 bis 19.11.2019 wurden von der Firma Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH vier Ramm-/ Rotationskernbohrungen (B) im Bereich des geplanten Bauwerks ausgeführt. Des Weiteren wurden durch die IMH Ingenieurgesellschaft mbH eine Kleinrammbohrung (BS) sowie vier Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) niedergebracht. Die Ramm-/Rotationskernbohrungen (B) sowie die Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) befinden sich jeweils auf den Bauwerksachsen 10, 20, 30 und 40 (\cong Achsen der geplanten Widerlager/ Pfeiler). Die Kleinrammbohrung (BS) wurde im Straßenbereich südlich des Brückenbauwerks abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Erkundungen wurden mittels GPS eingemessen und gehen in Lage und Höhe aus dem Detaillageplan der Anlage 1.3 hervor.

Die Ramm-/ Rotationskernbohrungen (B) sowie die Kleinrammbohrung (BS) dienten dabei zur Erkundung der vorliegenden Bodenschichten unter bautechnischen Aspekten und auch hinsichtlich eventuell vorliegender Altlasten. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) wurden zur Feststellung der Lagerungsdichten der einzelnen Bodenschichten niedergebracht.

Entnahmestelle	Tiefe [m u. GOK]	Wassergehalt	Siebanalyse	Sieb-/ Schlämmanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Glühverlust	Einaxialer Druckversuch	Kompressionsversuch	Rahmenschersversuch	PAK-Gehalt	Phenolindex
B 40 E 5	6,3-6,5		x								
BS 1 D 1	-									x	x

Die Laborprotokolle sind in der Anlage 4 enthalten.

3.2 Untergrundverhältnisse/ Schichtenfolge

Nach U1 und U2 ist im Untersuchungsgebiet oberflächennach mit künstlich verändertem Gelände bzw. Auffüllungen zu rechnen. Bereichsweise sind Deckschichten in Form von Auenablagerungen (Schluff und Feinsand) mit Mächtigkeiten über 0,3 m möglich. Diese werden gemäß der geologischen Karte von Kies unterlagert. Im tieferen Untergrund ist Gneiszersatz und Felsgestein in Form von Gneis zu erwarten.

Gemäß der historischen Karte (Bayernatlas) liegen im Untersuchungsgebiet keine Hinweise auf obertägigen Bergbau u. dgl. vor, welche auf Abgrabungen bzw. Auffüllungen schließen ließen. Jedoch sind Auffüllungsböden aufgrund von Vorgängerbauwerken sowie eines mutmaßlich verfüllten Weihers im Bereich des Bauvorhabens zu erwarten.

Aufgrund der Begrünung des Erkundungsbereichs ist eine Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) von bis zu mehreren Dezimetern zu erwarten.

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach den derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden (vgl. Anlage 1.3).

Bodenschicht 1 – Auffüllungen

Unterhalb einer bis zu 0,5 m mächtigen Mutterbodenauflage wurden bei allen Aufschlüssen Auffüllungen in Form von Kiesen mit unterschiedlich hohen schluffigen, sandigen und steinigen Anteilen im Bereich der Flutbrücke bzw. in Form von kiesigen, tonigen Sanden und sandigen, kiesigen Tonen im Bereich der südlichen Anrampung (BS 1) erkundet. Die Unterkante dieser Auffüllungsböden wurde in einem Bereich von 1,10 bis 1,80 m u. GOK festgestellt.

Diesen überwiegend hellbraun bzw. grau gefärbten Auffüllungen können nach den durchgeführten Rammsondierungen lockere bzw. vereinzelt mitteldichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können die aufgeschlossenen Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen A[GW/GI/GU/GT] gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 3.

Die Bodenschicht 1 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.2).

Bodenschicht 2 – Kiese/ Sande

Unterhalb der Auffüllungsböden wurden die Kiese und Sande bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodenschicht 2 mit unterschiedlich hohen bindigen Anteilen sowie schwach steinigen bis steinigen Anteilen aufgeschlossen. An der Schichtoberkante im Bereich von 1,30 bis 1,50 m u. GOK wurden diese Böden bei B 40 mit erhöhten bindigen Anteilen als sandige, schwach kiesige Schluffe festgestellt. Nach der Schwere des Bohrvorgangs bzw. den durchgeführten Rammsondierungen können diesen Böden mitteldichte (v.a. an der Schichtoberkante) bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Die Bodenschicht 2 reicht in Tiefen zwischen 6,0 bis 7,5 m u. GOK (\triangleq 360,01 bis 361,34 m ü. NHN)

Nach DIN 18 196 können die aufgeschlossenen Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen SU*/ST*/SU/ST/GU*/GT*/GU/GT/GW/GI gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 3 (Bodengruppe SU/ST/GU/GT/GW/GI) bzw. Bodenklasse 4 (Bodengruppe SU*/ST*/GU*/GT*).

Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung sind deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte der Böden der Bodenklasse 4 mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Die Bodenschicht 2 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B2 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.2).

Bodenschicht 3 - Zersatzböden

In dieser Bodenschicht werden die unterhalb der Bodenschicht 2 erkundeten Zersatzböden in Form von Tonen mit unterschiedlich hohen Schluff-, Sand- und Kiesanteilen bzw. stark schluffigen, tonigen, schwach steinigen Kiesen und schluffigen Sanden zusammengefasst.

Diese bindigen Zersatzböden bzw. die bindigen Bodenanteile weisen nach der örtlichen Bodenansprache halbfeste bis feste Konsistenzen auf. Die erkundete Unterkante dieser Bodenschicht befindet sich in einem Bereich zwischen 10,2 bis 13,4 m u. GOK (\triangleq 353,94 bis 357,20 m ü. NHN)

Nach DIN 18 196 können die aufgeschlossenen Böden der Bodenschicht 2 überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM/SU*/ST*/GU*/GT* gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4-5. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung sind in Abhängigkeit der bindigen Bodenanteile/ des Feinkornanteils deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Die Bodenschicht 3 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B3 und in Anlehnung an die DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.2).

Bodenschicht 4 – Felsgestein (Gneis)

Das Liegende bildet das Felsgestein in Form von Gneis. Dieser grau bis vereinzelt graublau gefärbte Fels liegt an der Schichtoberkante angewittert bis in tieferen Lagen unverwittert vor.

Nach DIN 4023 kann das Felsgestein mit dem Kurzzeichen Mem gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklassen 6 und 7. Nach dem Merkblatt für Felsgruppenbeschreibung weist das erkundete Konglomeratgestein Verwitterungsgrade VA bis VZ auf. Die Verwitterungsgrade zersetzt und entfestigt (VZ, VE) sind der Bodenklasse 6 zuzuordnen. Die Verwitterungsgrade angewittert und unverwittert (VA, VU) sind der Bodenklasse 7 zugehörig.

Es ist nach den durchgeführten Bohrungen von einem durchgehend anstehenden Felshorizont auszugehen.

Die Bodenschicht 4 kann in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) und DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich X1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.2).

3.3 Wasserverhältnisse

Im Zuge der Erkundungen wurden mit allen Aufschlüssen Wasserstände aufgeschlossen.

Tabelle 3: Wasserstände

Erkundung	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Datum	Wasserstand	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]
B 10	367,34	14.11.2019	0,62	366,72
B 20	367,40	11.11.2019	0,59	366,81
B 30	367,01	12.11.2019	0,50	366,51
B 40	367,83	11.11.2019	1,72	366,11

Der aufgeschlossene Grund-/ Schichtwasserhorizont befindet sich folglich in den Böden der Bodenschicht 2. Die Bodenschicht 3 ist als grund-/ schichtwassertragend zu beurteilen.

Aufgrund der Lage am Regen ist mit unterschiedlich stark laufendem ggf. quellartig zutretendem Schichtwasser v.a. in den Böden mit hohen nichtbindigen Anteilen der Bodenschicht 2/ 3 zu rechnen!

4. BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Für erdstatische Berechnungen können die in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte angewendet werden. Für die Ausschreibung erdbaulicher Arbeiten sind die Bodenkennwerte nach Kap. 6.2 (Homogenbereichseinteilung) heranzuziehen.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kapitel 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
Bezeichnung	Auffüllungen	Kiese/ Sande	Zersatzböden	Felsgestein (Gneis)
Wichte γ_k [kN/m ³]	20,5 – 22,5	20,0 – 23,0	20,5 – 21,5	22,5 – 26,0
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	10,5 – 12,5	10,0 – 13,0	10,5 – 11,5	12,5 – 16,0
Reibungswinkel φ'_k [°]	30,0 – 32,5	27,5 – 35,0	22,5 – 30,0 ¹⁾	- ³⁾
Dränierete Kohäsion c'_k [kN/m ²]	2 – 8	0 – 2	5 – 15 ¹⁾	-
Undränierete Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	20 – 50	0 – 5	50 – 150 ¹⁾	-
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	40 - 80	60 – 200	15 – 50 ¹⁾	>300 ³⁾
Konsistenz (je nach Bodenart)	-	-	halbfest bis fest	-
Lagerungsdichte (je nach Bodenart)	locker bis mitteldicht	mitteldicht bis sehr dicht	-	-
Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09)	3	3, 4/ 2 ¹⁾	4-5/ 2 ¹⁾	6 (entfestigt VE, zersetzt VZ) ⁴⁾ 7 (angewittert VA, unverwittert VU) ⁴⁾
Bodengruppe DIN 18 196 bzw. Kurzzeichen nach DIN 4023	A[GW/GI/GU/GT]	SU*/ST*/SU/ST/ GU*/GT*/GU/GT/ GW/GI	TL/TM/SU*/ST*/ GU*/GT*	Mem
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17	F1/ F2	F1/ F2/ F3	F3	F1/ F2
Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]	10 ⁻³ – 10 ⁻⁷	10 ⁻³ – 10 ⁻⁹	10 ⁻⁷ – 10 ⁻¹⁰	kluftabhängig

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3	Bodenschicht 4
Bezeichnung	Auffüllungen	Kiese/ Sande	Zersatzböden	Felsgestein (Gneis)
Eignung für gründungs-technische Zwecke nach DIN 18 196	ungeeignet	brauchbar bis sehr gut geeignet	geeignet	sehr gut geeignet
Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196	mäßig bis gut	mittel bis sehr gut	schlecht bis mittel	nur nach Aufbereitung

¹⁾ konsistenzabhängig

²⁾ Einlagerung von Findlingen etc.

³⁾ durch gesonderte Erkundung und Laborversuche zu ermitteln, abhängig vom Verwitterungsgrad

⁴⁾ Klassifikation der Verwitterungsgrade nach dem Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau

Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

5.1 Gründungsempfehlung

Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine genauen Angaben zur geplanten Höhe der Gründungssohle o. dgl. vor.

Bei einer Flachgründung ist mit einer Gründungssohle im Bereich der Bodenschicht 2 zu rechnen. Unter Berücksichtigung eines Auflagers in den Böden der Bodenschicht 2 kann eine Flachgründung gemäß Kap. 5.2 ausgeführt werden.

Bei hohen Fundamentlasten kann alternativ eine Tiefgründung mittels Bohrpfählen etc. gemäß Kap. 5.3 ausgeführt werden.

5.2 Flachgründung

Einzel-/ Streifenfundament

Nach DIN 1054 (2010-12) können für die Kiese und Sande der Bodenschicht 2 mit mindestens mitteldichter Lagerung die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeit, die geologische Vorbelastung, Wasserstände etc. bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der Sohlauflandsfläche evtl. anzutreffende weiche, bindige Böden und Auffüllungsböden, locker gelagerte Böden etc. sind durch gut verdichtbares, nicht bindiges Bodenmaterial oder durch eine Magerbetonaufholung zu ersetzen.

Bei größeren Fundamentbreiten als 5 m ist eine Setzungs-/ Grundbruchberechnung durchzuführen.

Tabelle 5: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 – Kiese/ Sande, mind. mitteldichte Lagerung

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' kN/m ²									
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
0,5	168	252	336	390	350	310	295	279	265	251
1,00	228	312	396	430	380	340	323	306	291	275
1,50	288	372	456	480	410	360	342	324	308	292
2,00	336	420	504	500	430	390	371	251	333	316

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. (Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$$\tan \delta = H / V \leq 0,2$$

- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.
- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:

$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$

- Die auf der Grundlage der Tabelle bemessenen Fundamente können sich um ein Maß setzen, das bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm, bei breiteren Fundamenten etwa 2 cm nicht übersteigt.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers $d > 2,00$ m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Fundamenten mit mindestens 0,50 m Breite und 0,50 m Einbindetiefe kann bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Formelzeichen

δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

A' rechnerische Sohlfläche [m²]

b_L' reduzierte Fundamentbreite b_L [m]

b_B' reduzierte Fundamentbreite b_B [m]

b_L längere Fundamentbreite [m]

b_B kürzere Fundamentbreite [m]

e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]

e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

Gründungsplatte

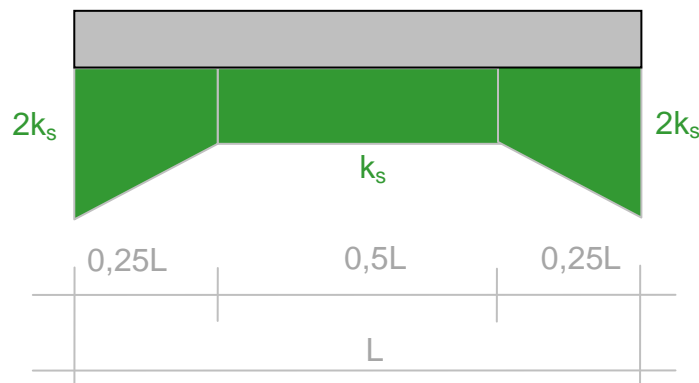
Bei einer Plattengründung kann für die Bemessung einer Bodenplatte nach dem derzeitigen Kenntnisstand ein Bettungsmodul $k_s = 20\text{-}30$ MN/m³ auf den mindestens mitteldicht gelagerten Böden der Bodenschicht 2 abgeschätzt werden.

Da es sich hierbei um eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast handelt, ist der genaue Bettungsmodul nach Vorlage der Bauwerkslasten und –abmessungen zwingend in einer gesonderten Setzungsberechnung unter Berücksichtigung der Steifemoduln zu ermitteln.

Das klassische Bettungsmodulverfahren (Federkissenmodell) geht davon aus, dass sich die Setzungen proportional zu den Sohlspannungen verhalten und eine Last auf dem Baugrund eine Verformung nur direkt unter der Last selbst hervorruft. Aufgrund der Modellvorstellung von einem Federkissen (diskrete Federn, die keine Verbindung untereinander haben und eine Interaktion nur über generierte Plattenelemente ermöglichen) kann bei diesem Modell keine Setzungsmulde außerhalb der Plattenränder und auf direktem Weg auch keine Schubsteifigkeit des Bodens

berücksichtigt werden. Bodenschichtungen und Interaktionen zwischen den Bauwerken können ebenfalls nicht abgebildet werden. Mit dem modifizierten Bettungsmodulverfahren unter Berücksichtigung eines veränderlichen Bettungsmoduls können diese Unzulänglichkeiten näherungsweise erfasst werden. Nach Dörken / Dehne kann dabei der Bettungsmodul von einem konstanten Wert im mittleren Bereich ($= 0,5 \cdot L$) linear auf das Doppelte zum Rand ($= 0,25 \cdot L$) hin ansteigen.

Bild 1: Verteilung des Bettungsmoduls k_s unter der Gründungsplatte



5.3 Tiefgründung

5.3.1 Bohrpfähle

Als Möglichkeiten der Tiefgründung kommen Bohrpfähle (Durchmesser 0,3 m bis 3,0 m) nach DIN EN 1536, EA-Pfähle und DIN 1054, aber gegebenenfalls auch Pfahl-Sonderbauweisen in Betracht. Als Gründungshorizont (Pfahlunterkante) sind die Böden der Bodenschicht 4 (Gneis) geeignet. Die Schichtgrenzen sind in der Anlage 1.3 eingetragen.

- Die Bohrpfähle sind von einem befahrbaren Planum aus einzubauen. Das befahrbare Planum ist nach Vorgabe der Spezialtiefbaufirma herzustellen. Es ist darauf zu achten, dass keine Bohrbehinderungen durch Felsschüttungen o. ä. ausgeführt werden.
- Die Bohrpfähle sind gemäß DIN EN 1536 herzustellen. Bohrpfähle gemäß DIN 1054 / EN 1536 sind gegenüber anderen Bauarten eindeutig vorzuziehen.
- Die Bohrungen sind bei Grund- und Schichtwasserzutritt unter Zugabe von Wasser auszuführen. Dabei muss die Wassersäule so hoch über dem jeweiligen Grundwasserstand stehen, dass kein hydraulischer Grundbruch eintritt.
- Sofern mit Stützflüssigkeiten gearbeitet werden soll, ist das Grund-/Schichtwasser auf Eigenschaften, welche die kolloidchemische Stabilität beeinträchtigen können, zu untersuchen.
- Die Bohrlochsohle ist zur Sicherstellung des größtmöglichen Spitzendruckes zu säubern.
- Bezüglich Herstellung, Einbringen und Güteprüfung des Betons sind die Anforderungen der DIN EN 1536 keinesfalls zu unterschreiten.

- Durch das bei den Pfahlbohrungen erhaltene Bohrgut bzw. das Gestein muss die Gründungssohle eindeutig zugeordnet werden können.
- Durch Wasserströmungen oder Bodenmaterialeinbruch dürfen die Bohrpfähle keine Schwachzonen erhalten. Der geforderte Bohrdurchmesser muss, mittels Verrohrung, sichergestellt werden. Aufgrund der Erkenntnisse aus den Aufschlussbohrungen kann nicht durchwegs mit temporär standsicheren Bohrlöchern gerechnet werden. Eine Verjüngung unter den rechnerisch bzw. statisch angesetzten Durchmesser ist auszuschließen.
- Beim Bohren darf das bodenmechanische Verhalten der umgebenden Böden nicht verschlechtert werden (Aufweichung, Auflockerung etc.).
- Bedarfsweise sind die Bohrungen (Durchmesser, Neigung etc.) zu kontrollieren.

5.2.2 Lastansätze

Die Pfahlbelastung setzt sich aus der Summe von Mantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand zusammen. Im Folgenden werden diese beiden Lastabtragungsbereiche näher quantifiziert. Die folgenden Angaben gelten für normgerecht hergestellte Bohrpfähle, die mindestens 0,5 m in den Fels der Bodenschicht 4 einbinden.

Nach vorliegenden Kenntnissen kann bei einer Gründung des Bohrpfahls im Fels der Bodenschicht 4 keine Mantelreibung der überlagernden Bodenschichten 1 bis 3 angesetzt werden!

Zusätzlich ist je nach Dammgründung der Anrampung (Bodenaustausch, Pfahlssysteme etc.) ein Seitendruck aus der Dammlast statisch zu überprüfen/ berücksichtigen.

Die Erddruckansätze hinter den Widerlagern sind entsprechend dem verwendeten Material anzusetzen!

Mantelreibung, Pfahlspitzenwiderstand

Es können folgende Bruchwerte $q_{s,k}$ der Mantelreibung und $q_{b,k}$ des Spitzendrucks angesetzt werden:

Tabelle 6: Bruchwerte $q_{s,k}$ (Mantelreibung) und $q_{b,k}$ (Spitzendruck)

Bodenschicht Nr.	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{b,k}$ [MN/m ²]
4 (Gneis)	0,7-1,0	6,5-10

$q_{s,k}$: charakteristischer Wert der Pfahlmantelreibung

$q_{b,k}$: charakteristischer Wert des Pfahlwiderstands

Mit den o. g. Tabellenwerten ist die zulässige Pfahlbelastung gemäß DIN EN 1536 respektive dem Diagramm zur Konstruktion der Widerstandssetzungslinie zu ermitteln. Die ermittelte Pfahlbelastung gilt für Einzelpfähle. Für Pfahlgruppen sind die Abminderungsfaktoren bzw. Mindestabstände normgerecht zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Die angegebenen Bodenkennwerte gelten ausschließlich für ungestörte Böden. Höhere als die oben angegebenen Werte können meist durch eine Pfahlprobelastung erreicht werden.

Falls Horizontalkräfte über die Pfähle abgeleitet werden sollen, sollte der charakteristische Querwiderstand eines Einzelpfahls aufgrund von Probelastungen oder Erfahrungen mit vergleichbaren Probelastungen festgelegt werden. Querwiderstände dürfen nur für Pfähle mit einem Pfahlschaftsdurchmesser $T_s \geq 0,3$ m bzw. einer Kantenlänge $a_s \geq 0,3$ m angesetzt werden. Der charakteristische Querwiderstand darf dabei durch charakteristische Werte $k_{s,k}$ des Bettungsmoduls beschrieben werden, die aus den Probelastungsergebnissen zu ermitteln sind. Die Bettungsmoduln der beteiligten Bodenschichten dürfen nach folgender Gleichung angesetzt werden, wenn sie nur der Ermittlung der Schnittgrößen dienen:

$$k_{s,k} \approx E_{s,k}/D_s$$

$k_{s,k}$: Bettungsmodul

$E_{s,k}$: Steifemodul

D_s : Pfahlschaftdurchmesser $D_s \leq 1,0$ m;

bei $D_s > 1,0$ m darf mit $D_s = 1,0$ m gerechnet werden

Der Anwendungsbereich der Gleichung ist durch eine rechnerische maximale charakteristische Horizontalverschiebung von entweder 2,0 cm oder $0,03 \cdot D_s$ begrenzt. Der kleinere Wert ist maßgebend.

Der Nachweis der Tragfähigkeit von biegeweichen, langen, schlanken Pfählen in den Grenzzuständen STR und GEO braucht nicht geführt werden, wenn die Pfähle vollständig im Boden eingebettet sind und die waagrechte charakteristische Beanspruchung für BS-P höchstens 3% bzw. für BS-T höchstens 5% der lotrechten Beanspruchung erreicht.

6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG

6.1 Allgemeines

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand nach DIN 18 300 und DIN 18 301 oder DIN 18 304 (2016-09) vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Erdarbeiten und Bohrarbeiten der Ramm-, Rüttel- oder Pressarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen. Die Einteilung in Homogenbereiche ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

6.2 Homogenbereiche

Die nachfolgende Einteilung in Homogenbereiche kann für flächenhaften Aushub Anwendung finden. Bei Lösen von Boden im Bereich von Kanalgräben, wo eine Trennung der einzelnen Bodenschichten nur bedingt möglich ist, sind alle Bodenschichten zu einem Homogenbereich zusammenzufassen. Eine Trennung erfolgt lediglich zwischen Boden (Homogenbereiche B1 bis B3) und anstehendem Felsgestein (Homogenbereich X1).

Aufgrund der Begrünung des Baugeländes ist eine bis zu 50 cm mächtige Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) entsprechend Anlage 1.3 und Anlage 2 vorhanden. Der Mutterboden ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB „Schutz des Mutterbodens“).

Für die Korngrößenverteilung werden die Kornkennzahlen im Übergangsbereich zwischen den einzelnen Böden (Massenanteil Ton, A/ Massenanteil Schluff, B/ Massenanteil Sand, C/ Massenanteil Kies, D/ Massenanteil Steine Blöcke große Blöcke, E) als Ober- und Untergrenze angegeben. Die angegebenen Zahlenwerte beschreiben den Massenanteil in Prozent. Auf eine Darstellung der Körnungsbänder wird verzichtet.

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Zahlenwerte beziehen sich direkt auf die einzelnen Homogenbereiche/ Böden. Wenn in den Tabellen keine Zahlenwerte angegeben sind, begründet sich dies durch die unterschiedlichen Böden. Hierbei ist zwischen bindigen und gemischt-/ grobkörnigen Böden zu unterscheiden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte ausschließlich zur Beschreibung der Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche zu verwenden sind. Für Berechnungen sind die charakteristischen Bodenkennwerte nach Tabelle 4, Kap. 4 heranzuziehen!

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2016-09) angepasste ZTVE-StB und entsprechend überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Vorliegend wurden die Homogenbereiche unter Berücksichtigung der für den gelösten Boden und Fels vorgesehenen Verwendung festgelegt. Sollen verschiedene Böden oder Fels unterschiedlich verwendet werden, sind sie getrennt zu lösen und hierfür jeweils eigene Homogenbereiche zu bilden und entsprechend anzupassen.

6.3 Homogenbereiche nach DIN 18 301 „Erdarbeiten“ (2019-09)

Tabelle 7: Homogenbereiche Boden B1 bis B2 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)

Parameter	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Kiese/ Sande
Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere)	A (0/15); B (5/30); C (15/55); D (73/0); E (7/0)	A (0/5); B (0/15); C (13/65); D (80/15); E (7/0)
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1 [%]	0 – 7	0 – 7

Parameter	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2
Dichte (feucht) nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 [g/cm ³]	2,05 – 2,25	2,00 – 2,30
undrÄnierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18 136 oder DIN 18 137-2 [kN/m ²]	0	0
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 [%]	2 – 20 ³⁾	5 – 15 ³⁾
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1 [%]	_ ¹⁾	_ ¹⁾
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	_ ¹⁾	_ ¹⁾
Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126	0,15 – 0,5	0,3 – >0,75
organischer Anteil nach DIN 18 128 [%]	2 – 8	2 – 5
Bodengruppe nach DIN 18 196	A[GW/GI/GU/GT]	SU*/ST*/SU/ST/GU*/GT*/GU/GT/ GW/GI

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

³⁾ vorsichtige Schätzung, durch ergänzende Laborversuche zu bestätigen

6.4 Homogenbereiche nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09)

Für die Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18 301 (2019-09) ist die Wahl der einzusetzenden Bohrwerkzeuge maßgeblich. Eine Unterscheidung der einzelnen Bodenschichten ist hierbei nicht relevant. Umweltrelevante Bestandteile werden nicht betrachtet. Eine Abgrenzung erfolgt daher lediglich zum Festgestein der Bodenschicht 5.

Tabelle 8: Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09)

Parameter	Homogenbereich B1
	Bodenschicht 1, 2, 3
ortsübliche Bezeichnung	-
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18 123	-
Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere)	A (0/30); B (0/70); C (20/0); D (70/0); E (10/0)
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1 [%]	0 - 10
undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18 136 oder DIN 18 137-2 [kN/m ²]	0 – 150
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 [%]	0 – 30
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1 [%]	0 – 30 ¹⁾
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	0,25 – >1,25 ¹⁾
Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126	0,15 – >0,75 ²⁾
Bodengruppe nach DIN 18 196	A[GW/GI/GU/GT], TL/TM/SU*/ST*/SU/ST/GU*/GT*/GU/GT/GW/GI
Kohäsion nach DIN 18 137-1, DIN 18 137-2 und DIN 18 137-3	0 – 30
Abrasivität nach NFP 18 579	kaum abrasiv bis extrem abrasiv

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

Tabelle 9: Homogenbereich X1 nach DIN 18 301 „Bohrarbeiten“ (2019-09)

Parameter	Homogenbereich X1
	Bodenschicht 4
ortsübliche Bezeichnung	Gneis
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14 689-1	metamorph, mittel bis grobkörniges Gestein
Dichte nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 [g/cm ³]	2,6 – 3,0

Parameter	Homogenbereich X1
	Bodenschicht 4
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14 689-1	angewittert bis unverwittert
einaxiale Druckfestigkeit nach DIN 18141-1 [MPa]	12 – 100 ⁴⁾
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14 689-1	5) 6)
Abrasivität nach NFP 94-430-1	stark bis extrem abrasiv

⁴⁾ vorsichtige Schätzung, durch ergänzende Laborversuche zu bestätigen

⁵⁾ nur durch ergänzende orientierte Bohrungen oder bildgebende Bohrlochmessverfahren zu bestimmen

⁶⁾ nur durch ergänzende bildgebende Bohrlochmessverfahren zu bestimmen

7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

7.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2016-09) Sache des Auftragnehmers.

7.2 Wasserhaltung/ Verbau für Bauwerke

Mit den Aufschlüssen wurde ein Wasserstand i.M. ca. 0,85 m u. GOK nach Bohrende erkundet. Somit liegt die Gründungssohle bei Ausführung einer Flachgründung voraussichtlich unterhalb bzw. im Bereich des erkundeten Wasserstands. Bei Ausführung einer Tiefgründung mittels Bohrpfählen ist hingegen mit deutlich geringem Aufwand/ Kosten hinsichtlich Wasserhaltung und Verbau zu rechnen.

Bei der Herstellung von Baugruben für die Wiederlager ist gemäß den Erkundungsergebnissen ein dichter Baugrubenverbau mit Restwasserhaltung erforderlich.

Böschungen (Voraushub, oberhalb des Grund-/ Schichtwasserstandes)

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,25$ m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei bindigen Böden nicht stärker als 1:2 und bei nicht bindigen Böden nicht stärker als 1:10 geneigt ist. Bei Überschreiten dieses Grenzwertes müssen Böschungen angelegt oder die Baugrube verbaut werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit darf im Bauzustand gemäß DIN 4124 für die für die Böden der Bodenschichten 2 ein Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden. Bei höheren Böschungen, starkem Wasserzutritt, anstehendem Grundwasser, Konsistenzverschlechterung sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen.

Die Lasteintragungswinkel von Krananlagen gemäß den Vorschriften der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BGBau) von $\alpha \leq 30^\circ$ und einem lastfreien Schutzstreifen von $\geq 1,00$ m (bis 12 to Gesamtgewicht) bzw. $\geq 2,00$ m (mehr als 12 to Gesamtgewicht) sind einzuhalten.

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

Verbau

Wie bereits in Kapitel 3.3 ausgeführt, wurde mit den Aufschlüssen Grundwasser bzw. aus dem Regen zutretendes Wasser erkundet.

Offene Wasserhaltungsmaßnahmen mit nicht dichten Verbauarten sind aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit der Kiese/ Sande voraussichtlich nur bis zu einer maximalen Absenkungstiefe von ca. 0,3 – 0,4 m zielführend (Berücksichtigung eines abgesenkten Grundwasserstands bis mind. 30 cm unter Gründungssohle für eine „trockene“ Baugrubensohle!). Bei den zu erwartenden größeren Absenkungsbeträgen ist aufgrund des starken Wasserzutritts und der stark durchlässigen Böden (Bodenschicht 2) mit einem sehr großen Wasserandrang zu rechnen.

Bei den zu erwartenden großen Absenkungsbeträgen bei geschlossenen Wasserhaltungen und der sich dadurch einstellenden großen Absenktrichter sind weitreichende schädliche Einflüsse auf Nachbarbauten und Straßen nicht auszuschließen, weshalb vorliegend ein dichter Baugrubenverbau mittels z. B. Spundwänden, welche auf dem Felsgestein der Bodenschicht 4 aufstehen, mit zusätzlicher Schlossabdichtung (z. B. Bitumenverguss) und Restwasserhaltung erforderlich wird.

Aufgrund der mitteldichten bis sehr dichten Lagerung der Bodenschicht 2 und der halbfesten bis teilweise festen Konsistenzen der Bodenschicht 3 ist mit Rammbehinderungen zu rechnen, weshalb ein Vorbohren/ Auflockerungsbohrungen/ Austauschbohrungen sowie Spülen einzuplanen ist. Austauschbohrungen sind als äußerst kostenintensiv einzuschätzen!

Zur Minimierung bzw. Vermeidung von Wasserhaltungs-/ Verbaumaßnahmen wird eine möglichst hoch liegende Gründungssohle empfohlen.

Spundwände (allgemeine Beschreibung)

Spundwände sind biege- und knicksteife Elemente, welche zur Sicherung eines Geländesprungs, einer Baugrube oder als Abdichtung gegen Wasser oder auch gegen kontaminierte Böden eingesetzt werden.

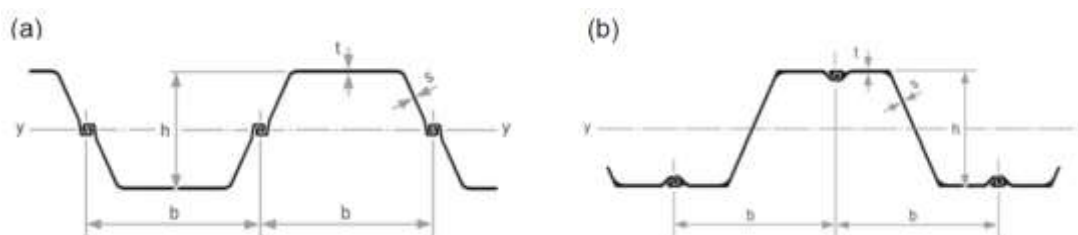
Bei der Herstellung von Spundwänden werden die einzelnen Profile nacheinander, je nach gewählter Einbringtechnik (Schlagrammen, Vibrieren bzw. Rütteln, Pressen, Einstellen), in den Boden eingebracht und über die sogenannten Schlösser zu durchlaufenden Wänden verbunden. Die Verfahrenswahl wird vor allem durch die Bodenverhältnisse, die Bohlenlänge und das Bohlenprofil (Form und Gewicht), die erforderliche Einbringtiefe, den anstehenden Boden sowie das Baustellenumfeld (Nähe zur angrenzenden Bebauung, vorhandene Leitungen) bestimmt.

Während Vibrationsverfahren, als auch Pressverfahren sehr schnell bei sehr festen Tönen und Schluffen, sehr dicht gelagerte Sanden und Kiesen, sowie alle Böden mit Steineinschlüssen an ihre Grenzen kommen ist beim Schlagrammverfahren trotz einer mittleren bis schweren Rammbarkeit dennoch mit einem weiteren Rammfortschritt zu rechnen. Zudem können fünf verschiedene Einbringhilfen zur Anwendung kommen, die, neben der Minimierung von Erschütterungen und Lärm, den Einbringwiderstand soweit herabsetzen können, sodass dieser wieder in den ausführbaren Bereich des gewählten Verfahrens verschoben wird.

Neben Niederdruckspülen, Hochdruckspülen und Lockerungsbohrungen, zählen auch Austauschbohrungen und Lockerungssprengen zu den ausführbaren Einbringtechniken. Für weichen Fels gibt es außerdem noch die Möglichkeit die Spundbohlen durch Meißelspitzen bzw. aufgeschweißte Stahllaschen zu verstärken.

Neben U-Spundwandprofilen/-bohlen, bei denen die Spundwandschlösser in der Systemachse liegen, gibt es auch Z-Bohlen, deren Schlösser an den Flanschen angeordnet sind. Schlossverbindungen sind grundsätzlich nicht dicht. Um die Schlösser gegen Wasser abzudichten, müssen diese daher mit einem Dichtungsmittel verfüllt werden. Während Schlossverfüllungen auf bituminöser Basis zumeist für temporäre Zwecke (mehrfach verwendete Spundbohlen) herangezogen werden, empfiehlt sich für permanente Abdichtungen eine werkseitige Dichtung der Schlösser aus Polyurethan. Die größte Dichtigkeit wird durch Verschweißen der Spundbohlen erreicht.

Bild 2: Wellenförmige Spundwände – U-Bohlen (a) und Z-Bohlen (b)



Durch Anker bzw. Steifen, welche über Gurte auf die einzelnen Spundwandbohlen wirken, können diese abgestützt werden. Die Gurte werden zumeist auf angeschweißte Konsolen aufgelegt oder aufgehängt.

7.3 Hinterfüllbereich des Bauwerks

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU*/ST*/GU*/GT*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o. g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Belastungsklassen \geq Bk10 der RStO 12 sollten vorzugsweise grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die Böden der Bodenschichten 1 sind aufgrund der Inhomogenität bzw. der anthropogenen Beimengungen nicht für den Wiedereinbau geeignet. Die Böden der Bodenschicht 2 hingegen sind bei optimalem Wassergehalt mittel (Bodengruppe SU*/ST*/GU*/ST*) bis gut (Bodengruppe SU/ST/GU/GT) bzw. sehr gut (Bodengruppe GW/GI) zu verdichten und somit für den Wiedereinbau als geeignet zu bewerten.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

Starre Bögen und Rahmen sowie biegeeweiche Bauwerke müssen von allen Seiten gleichmäßig hinterfüllt werden. Der Höhenunterschied beim Hinterfüllen darf ohne statischen Nachweis 0,5 m nicht übersteigen. Die Hinterfüllung ist gleichmäßig zu verdichten und im Anschlußbereich an einen Damm stufenförmig verzahnt auszuführen.

8. TEERANALYTIK

8.1 Teeranalytik Schnellerkennung

Zur Feststellung der Wiederverwertbarkeit von Straßenausbaustoffen und ggf. zur Schichttrennung für die Deklarationsanalyse wurde bei den zwei entnommenen Asphaltbohrkernen das Teeranalytik-Schnellverfahren für PAK (Lackansprühverfahren mit Fluoreszenz) durchgeführt (vgl. Anlage 4).

Die Nachweisgrenze liegt bei ca. 50 mg/kg im Ausbaustoff, was einer Konzentration von ca. 1000 mg/kg im Bindemittel entspricht.

Bei den untersuchten Asphaltbohrkern wurde keine Verfärbung/Fluoreszenz festgestellt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Form eines Labordatenblatts (Anlage 4) und Fotos (Anlage 5) zusammengestellt.

8.2 Deklarationsanalyse von Ausbausphal

8.2.1 Ergebnisse der Deklarationsanalyse

Zur Feststellung der Wiederverwertbarkeit von Straßenausbaustoffen wurden eine Mischprobe der entnommenen Asphaltbohrkerne auf die Parameter PAK im Feststoff und Phenolindex im Eluat in einem zertifizierten Prüflabor (vgl. Anlage 4) untersucht. Die dabei festgestellten Konzentrationen können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 10: Ergebnisse der Deklarationsanalyse

Bez.	Dicke der Asphalt-schicht	Summe PAK im Feststoff	Phenol-Index nach Destillation	Zuordnung nach dem LfU-Merkblatt; Abfall-schlüssel-Nr.	Folge nach dem LfU-Merkblatt	Aufbereitung, Verwertung nach RuVA-StB 01 ¹⁾	Verwertungs-klasse nach RuVA-StB 01 ¹⁾
-	[cm]	mg/kg	mg/l	-	-	-	-
BS2 D1 (AK)	d _{ges} = 22,0 S1: 4,0 S2: 11,5 S3: 6,5	< BG ²⁾	<0,01	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen; 17 03 02	Kann i. W. ohne besondere Anforderungen bzgl. Arbeits-, Boden und Gewässerschutz verwertet werden	Heißmischverfahren möglich; ungebunden und gebunden keine Auflagen	A

¹⁾ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbausphal im Straßenbau

²⁾ Bestimmungsgrenze

8.2.2 Bewertungsgrundlagen

Für die Einstufung der Untersuchungsergebnisse der untersuchten Schwarzdeckenstücke ist in Bayern das Merkblatt „pechhaltiger Straßenaufbruch“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) vom Mai 2017 (aktualisiert August 2018) heranzuziehen. Zusätzlich ist das Merkblatt RuVA-StB 01 der Gesellschaft für Straßenbau zur Bewertung zu berücksichtigen.

Die Verwertungsklassen und Zuordnung von Verwertungsverfahren gemäß RuVA-StB 01 Fassung 2005 zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 11: Einteilung von Straßenaufbruch nach dem PAK-Gehalt, Verwertungsmöglichkeiten gemäß LfU-Merkblatt 3.4/1

Art der Straßenausbau- stoffe	AVV Abfall- schlüssel	Analytik					Aufberei- tung mit Bindemittel	Verwertung				Lagerung	
		HPLC (mg/kg PAK)	Benzo- [a]pyren im Fest- stoff (mg/kg)	Phenolindex im Eluat (mg/l)		DC (Gew-% Pech im Bindemittel)		Schnelltest (pechhaltig ja/nein)	Wiedereinbau ungebunden	Wiedereinbau gebunden	thermisch		Deponie
Ausbau- asphalt ohne Verunreini- gungen	17 03 02 ¹	≤ 10	- ⁴	Phenolindex ≤ 0,1 ⁶ Verwertungskl. A (RuVA-StB)		nicht zulässig	nicht zulässig	Heißmisch- verfahren möglich	keine Auflagen	keine Auflagen	-	-	keine besonderen Anforderungen
gering ver- unreinigter Ausbau- asphalt	17 03 02 ¹	> 10 ≤ 25	- ⁴			< NG bzw. ≤ 0,2	Pech nein	Heißmisch- verfahren möglich	nur unter dichter Deckschicht	keine Auflagen	-	-	Lagerung auf befestigter Fläche ¹⁰
Pechhaltiger Straßen- aufbruch	17 03 02 ¹	> 25 < 1.000	< 50	Phenol- index ≤ 0,1 Verwert- ungskl. B (RuVA- StB)	Pheno- lindex > 0,1 Verwert- ungskl. C (RuVA- StB)	> NG bzw. > 0,2	Pech ja ⁷	nur Kalt- mischver- fahren ⁸	nicht zulässig	nur unter dichter Deckschicht	energetische Verwertung oder thermische Behandlung	gemäß § 14 ff. DepV u. zusätzl. Richtwerte LfU	Lagerung unter Dach auf befestigter Fläche
gefährl. pechhaltiger Straßen- aufbruch	17 03 01* ²	≥ 1.000 ³	≥ 50 ^{3,5}	-	Pech ja	nur Kalt- mischver- fahren							

¹ AVV Abfallschlüssel 17 03 02: Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen

² AVV Abfallschlüssel 17 03 01*: kohleerhaltige Bitumengemische

³ zur Abgrenzung des Abfallschlüssels 17 03 01* zu nicht gefährlichen Abfällen des Abfallschlüssels 17 03 02 nach § 3 Abs. 2 der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) siehe Merkblatt Nr. 4.1.1

⁴ Hinweis: Untersuchungen haben gezeigt, dass der B[a]P-Anteil im Gesamt-EPA-PAK-Gehalt 10% nicht überschreitet (vgl. Erläuterungen zu dem RuVA-StB 01/05, FGSV-Nr. 795/1, Abschnitt E 2.2, S 23 Abs. 2)

⁵ Steinkohleerpech, Braunkohleerpech, Carbobitumen oder sonstige Bindemittel mit einem Gehalt an Benzo[a]pyren von 50 mg/kg (ppm) und mehr dürfen als Bindemittel im Straßenbau nicht verwendet werden. Ausgenommen davon ist die Wiederverwendung von Straßenbelägen, die die o.g. Bindemittel enthalten, sofern die Anforderungen nach den Nummern 5.2.5.3.2 bis 5.2.5.3.4 der TRGS 551 eingehalten werden. (vgl. Technische Regeln für Gefahrstoffe: TRGS 5551 „Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material“ – Bek. d. BMAS v. 20.08.2015 – IIIb 3 – 35125 – 5). Die Konzentrationsgrenze bezieht sich hier nur auf das Bindemittel.

⁶ Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet werden.

⁷ ab etwa 50 mg/kg PAK ist der Schnelltest in der Regel positiv (siehe Abschnitt 3.1.2 – qualitative Schnelltests)

⁸ Nur Kaltmischverfahren gemäß Nr. 4.2 RuVA-StB 01/05 zulässig und dieses auch nur dann, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemittel im Eluat des Probekörpers die Grenzwerte gemäß der RuVA-StB 01/05, Nr. 4.2, Tabelle 2 eingehalten werden.

⁹ Pechhaltiger Straßenaufbruch, der als gefährlich einzustufen ist, darf gem. § 9 Abs. 2 Satz 2 KrWG nur in speziell dafür immissionsschutzrechtlich genehmigten Anlagen vermischt werden. Dies betrifft auch das Kaltmischverfahren mit Bindemitteln. Auch mobile Anlagen, die pechhaltigen Straßenaufbruch verarbeiten, der als gefährlich einzustufen ist, benötigen dafür eine ausdrückliche Genehmigung nach BImSchG.

¹⁰ nur mit Ausnahme gem. § 7 Abs. 2 VAWS (bis 31.07.2017) bzw. § 16 Abs. 3 AwSV (ab 01.08.2017) zulässig, sonst stoffundurchlässige Fläche

8.2.3 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Bei der Probe BS 1 D1 (AK) handelt es sich nach LfU-Merkblatt um einen herkömmlichen Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen und nach RuVA-StB 01 um einen Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A. Eine Aufbereitung im Heißmischverfahren ist möglich. Gebundener sowie ungebundener Einbau ist jeweils ohne Auflagen möglich.

9. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Nach DIN EN 1997 ist spätestens nach dem Aushub der Baugrube von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeiten etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

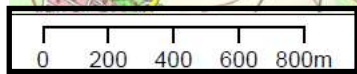
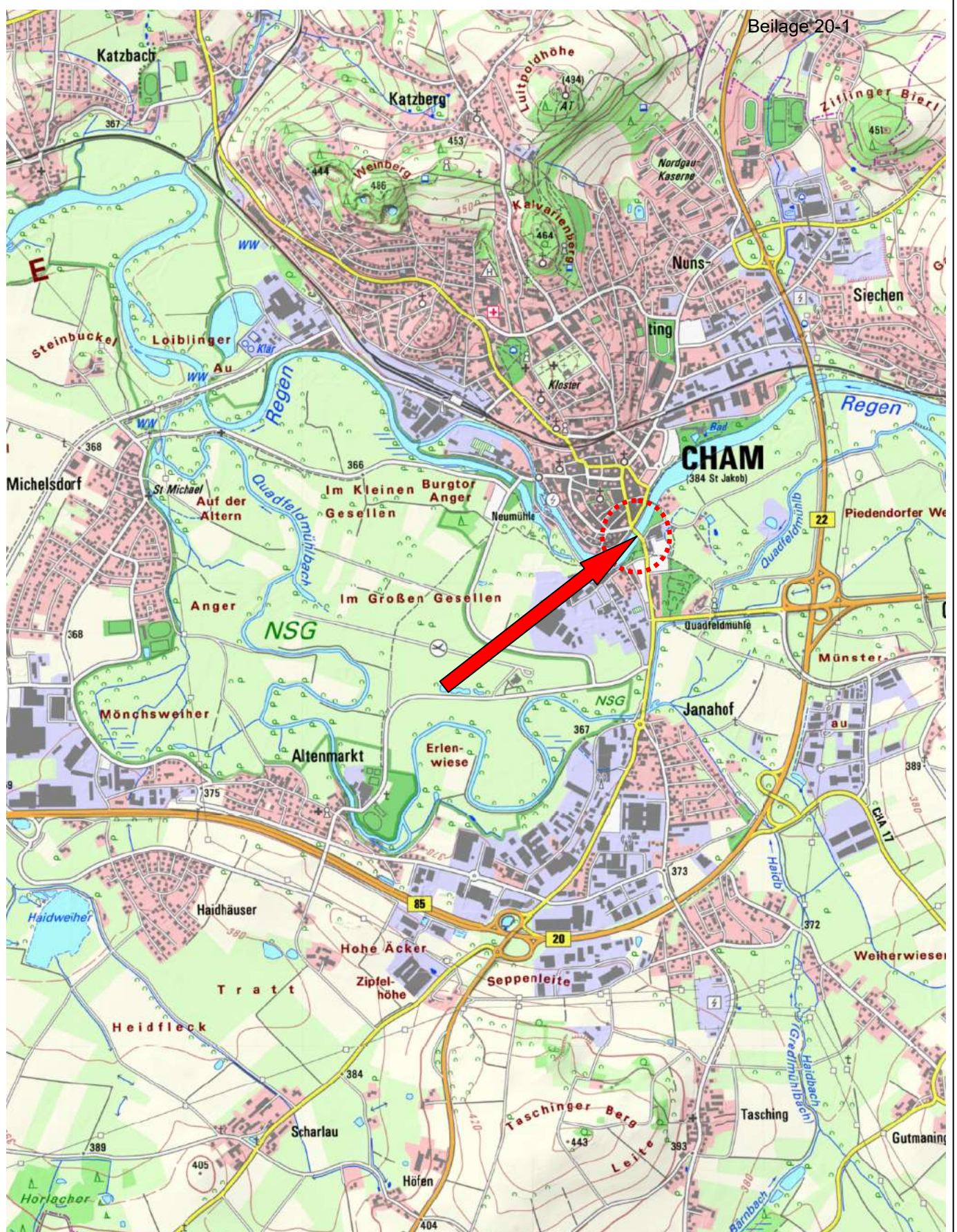
Bei Verdichtungsarbeiten etc. vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerks-unverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist in Zusammenarbeit mit den Fachplanern unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewerke, des Bauablaufs u. dgl. abzustimmen. Die endgültige, für die Ausschreibung gewählte Einteilung ist abschließend in einem Entwurfsbericht darzustellen.

Anlage 1



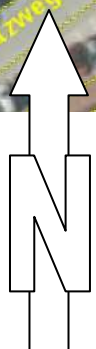
**Neubau der Flutbrücke,
Cham**

Übersichtslageplan

Anlage 1.1a
 Datum: 08.01.2020
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Lisa Auer



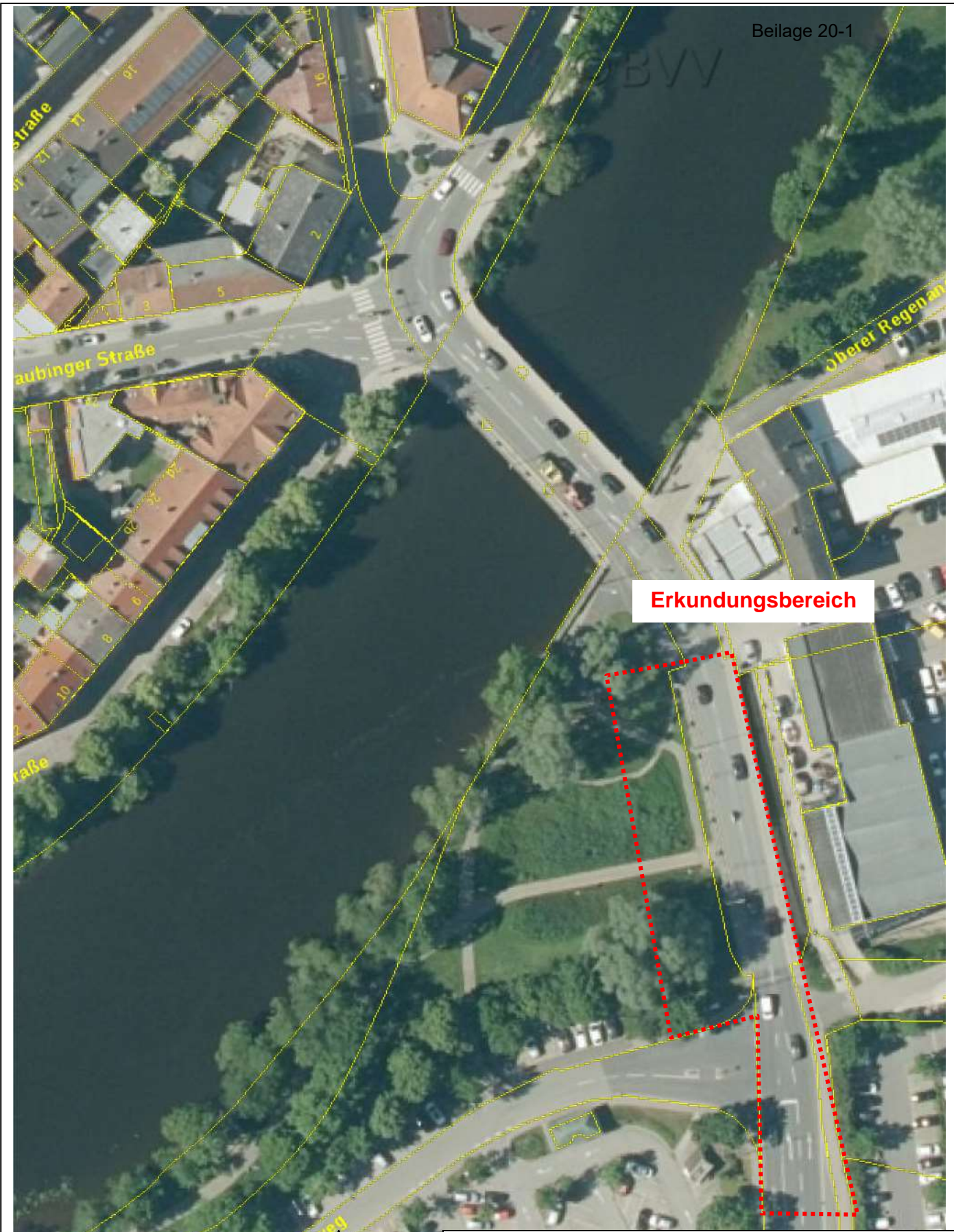
Erkundungsbereich

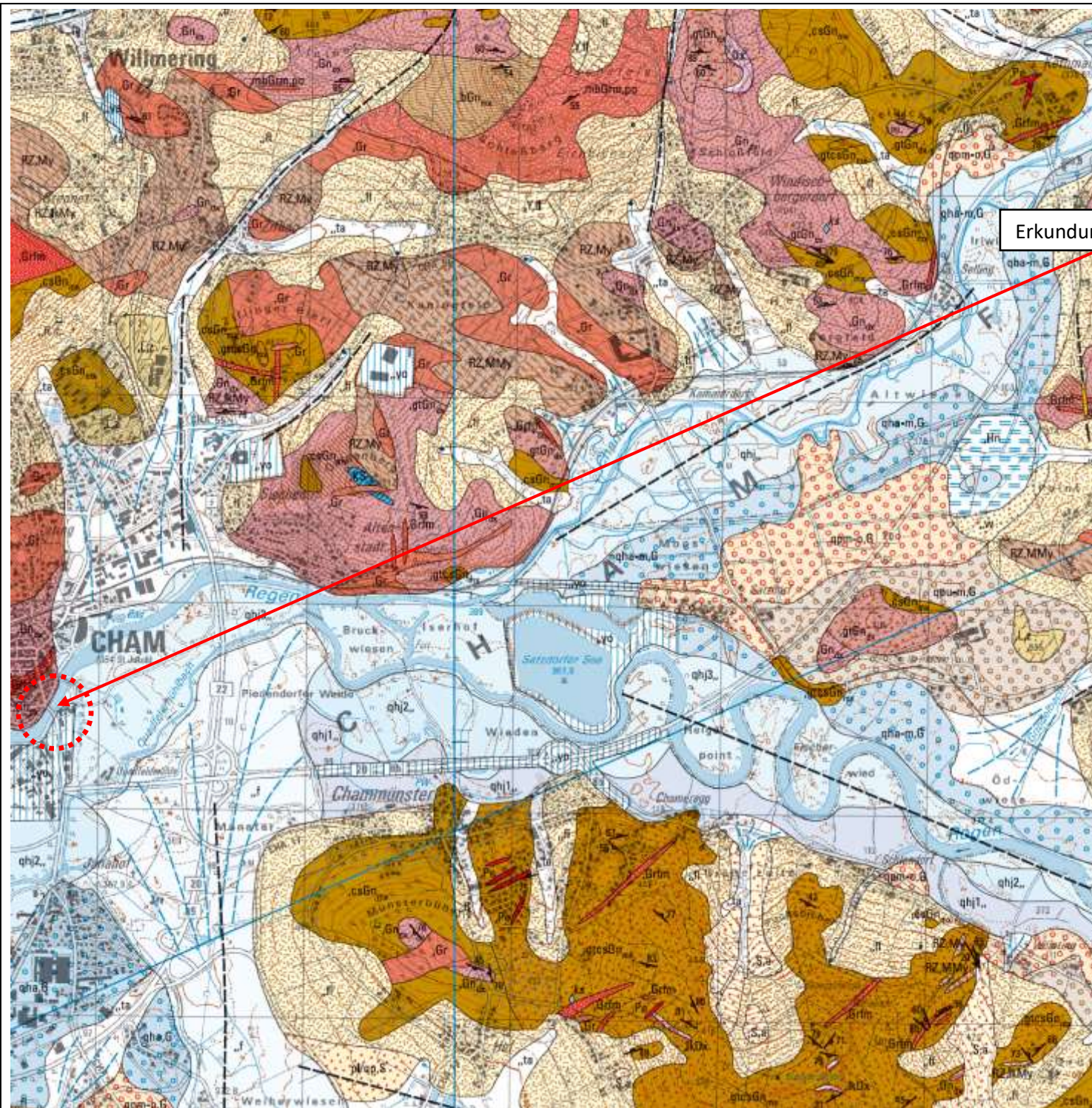


**Neubau der Flutbrücke
Cham**

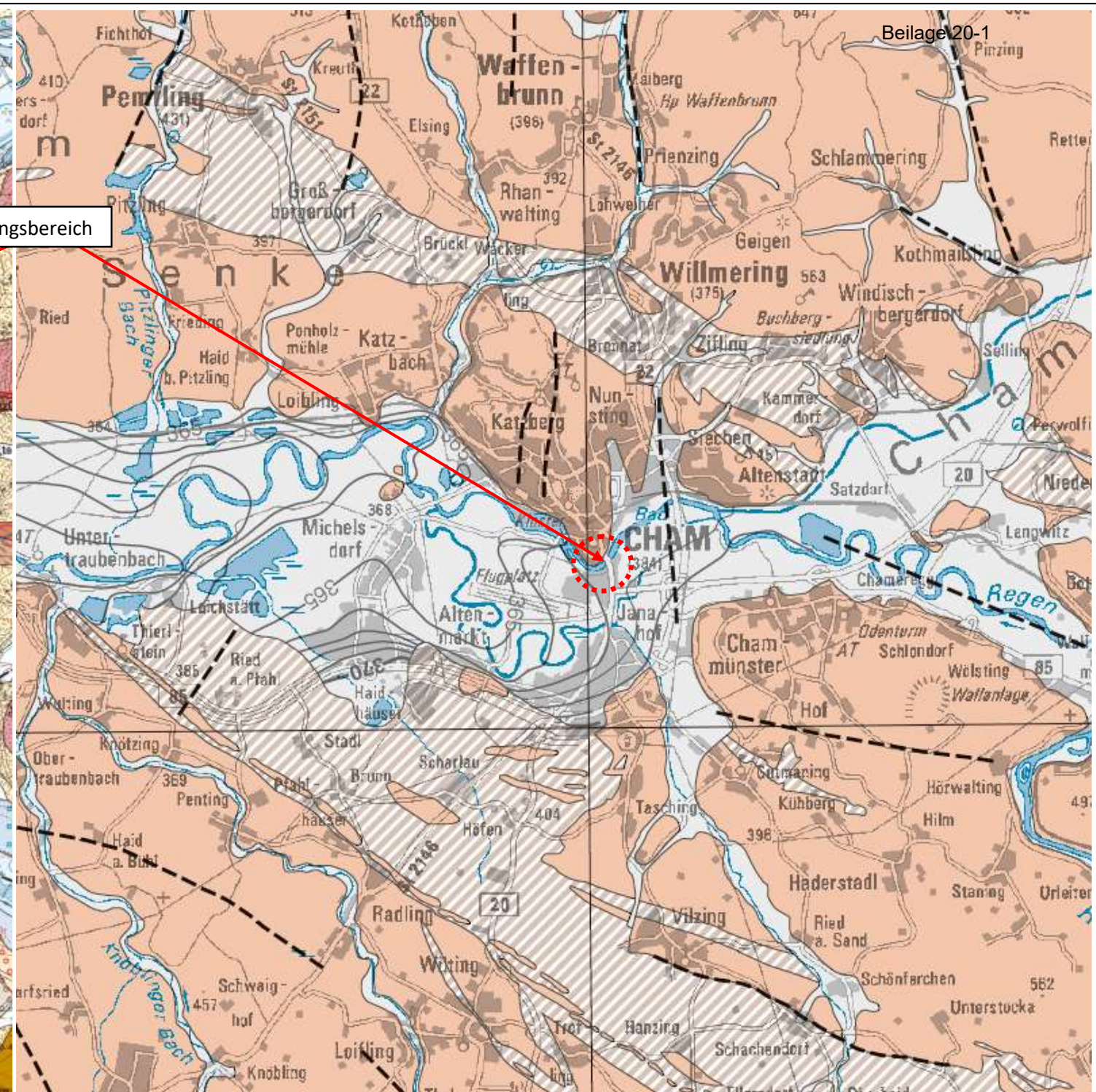
Übersichtsaufnahme

Anlage 1.1b
 Datum: 08.01.2020
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Lisa Auer





Geologische Karte von Bayern, Blatt 6742, Cham Ost, M 1 : 25.000



Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 11, Regensburg, M 1 : 100.000

Legende Geologie

Künstlich verändertes Gelände	
Jüngere Auenablagerungen (Jüngere Postglazialterrasse 2) Schluff und Feinsand, meist > 0,3 m über Kies	
a) Granit, fein- bis mittelkörnig Biotit überwiegt gegenüber Muskovit; z. T. porphyrisch mit bis 2 cm großen Feldspat-Einsprenglingen; z. T. Fließregelung; z. T. deformiert	
b) Einschaltung von Granit, fein- bis mittelkörnig	
Granit	
überwiegend hellgrau; proto- bis mesomylonitisch und/oder kataklastisch deformierte Granite; z. T. augig oder porphyrisch	
Diatektischer Gneis	
mittel- bis grobkörnig, meist perlig mit bis 5 mm großen Feldspatblästen; z. T. bis dm-große Gneisrelikte	


Legende Hydrogeologie

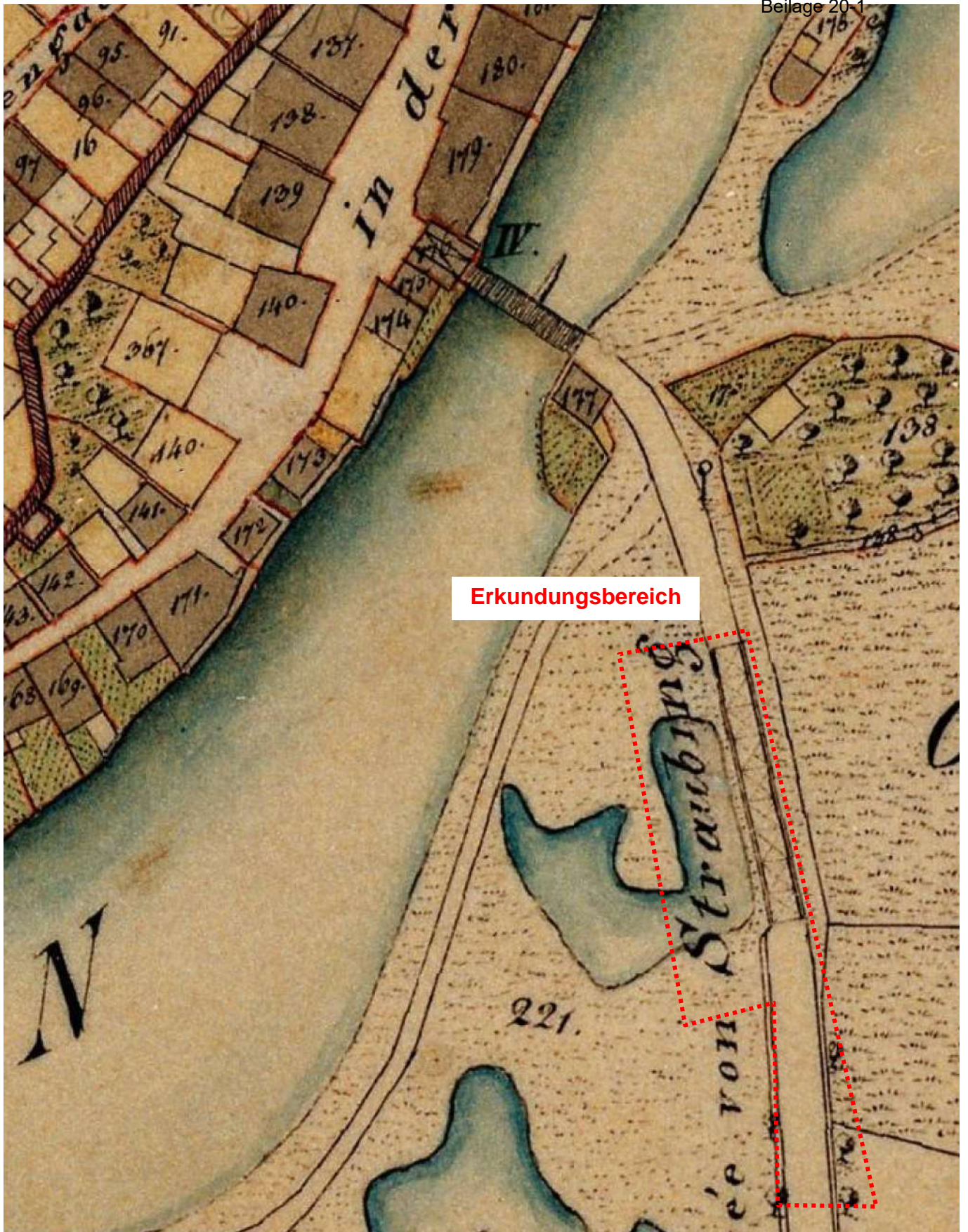
Grundwasserstockwerke (schematisch) ohne Grundwassergleichen	Grundwasserstockwerke (schematisch) mit Grundwassergleichen und Stützpunkten
Flugsand	Piezometerhöhen in m NN (Isohypsenabstand)
Mesozoikum, ungliedert (im Bereich der Keilberg-Störung), teilweise tektonisiert (im Randbereich der Bodenweber Senke)	Grundwasserstockwerk
Tektonite (Bayerischer Pfahl, entlang der Rudinger Zone und im Bereich der Donau-Störung)	Quartär (Dauw) (m), Regen (m, 0,5m)
Dogger	Tertiär (5 m)
Rhat bis Lias Gamma	Malm (10 m)
Permtrias	Flüßchen, untergeordnet Tertiär
Kristallin	

Neubau der Flutbrücke Cham

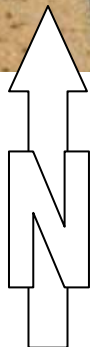
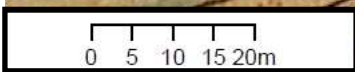
Geologischer/Hydrogeologischer Übersichtslageplan

Anlage 1.2a
 Datum: 08.01.2020
 Maßstab: ohne
 Bearbeiter:
 Lisa Auer





Erkundungsbereich

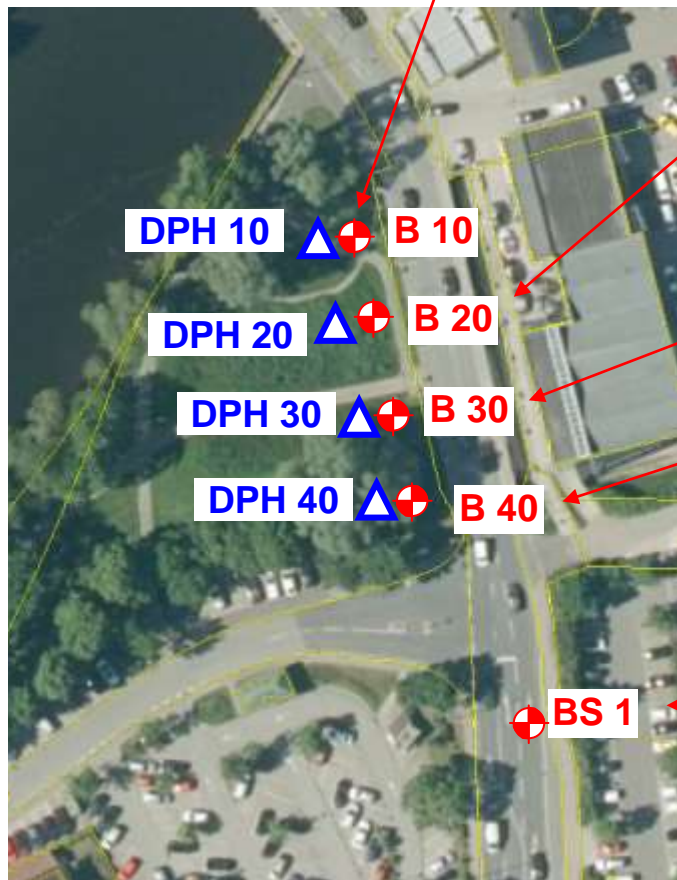
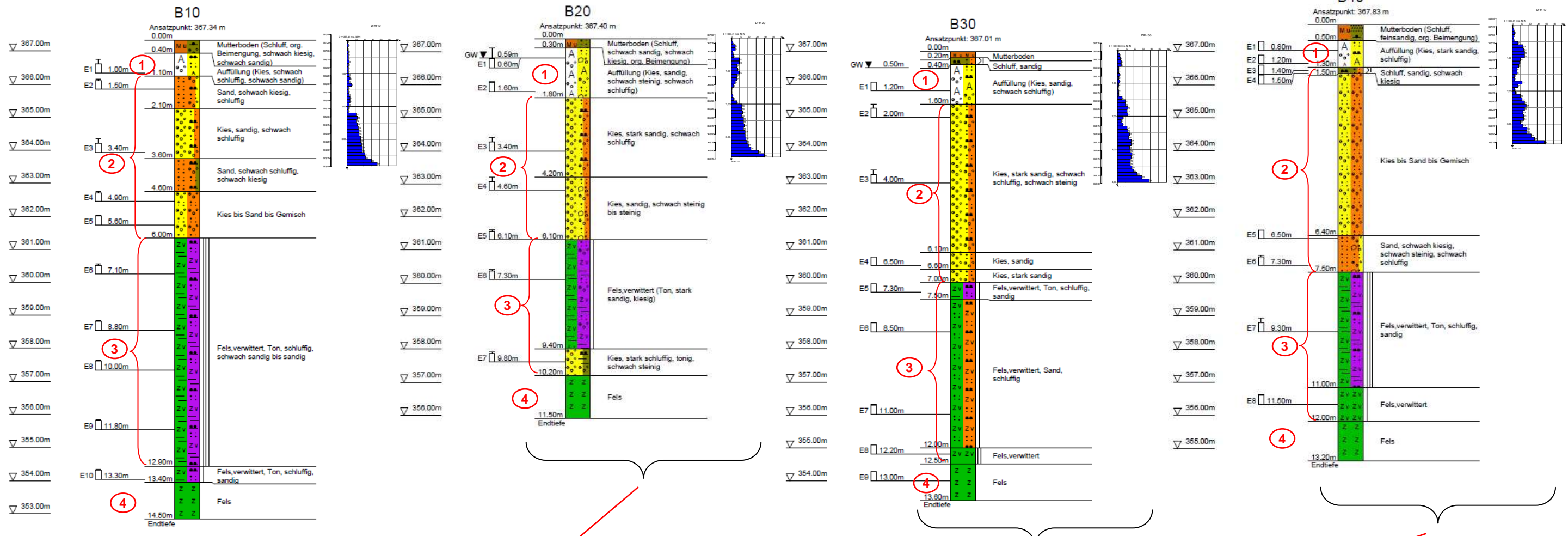


Neubau der Flutbrücke Cham

Historische Karte

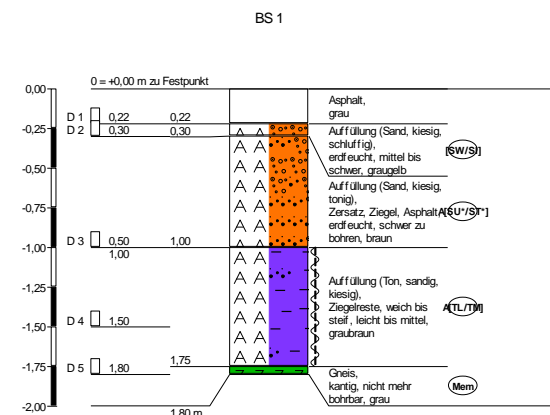
Anlage 1.2b
 Datum: 08.01.2020
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Lisa Auer





Legende:

	Bohrsondierung (BS), Ramm-/ Rotationskernbohrung (B)
	Rammsondierung (DPH)
	Bodenschicht Nr.



Neubau der Flutbrücke Cham

Detaillageplan

Anlage 1.3
Datum: 30.01.2020
Maßstab: ohne
Bearbeiter:
M.Sc. B. Feilmeier

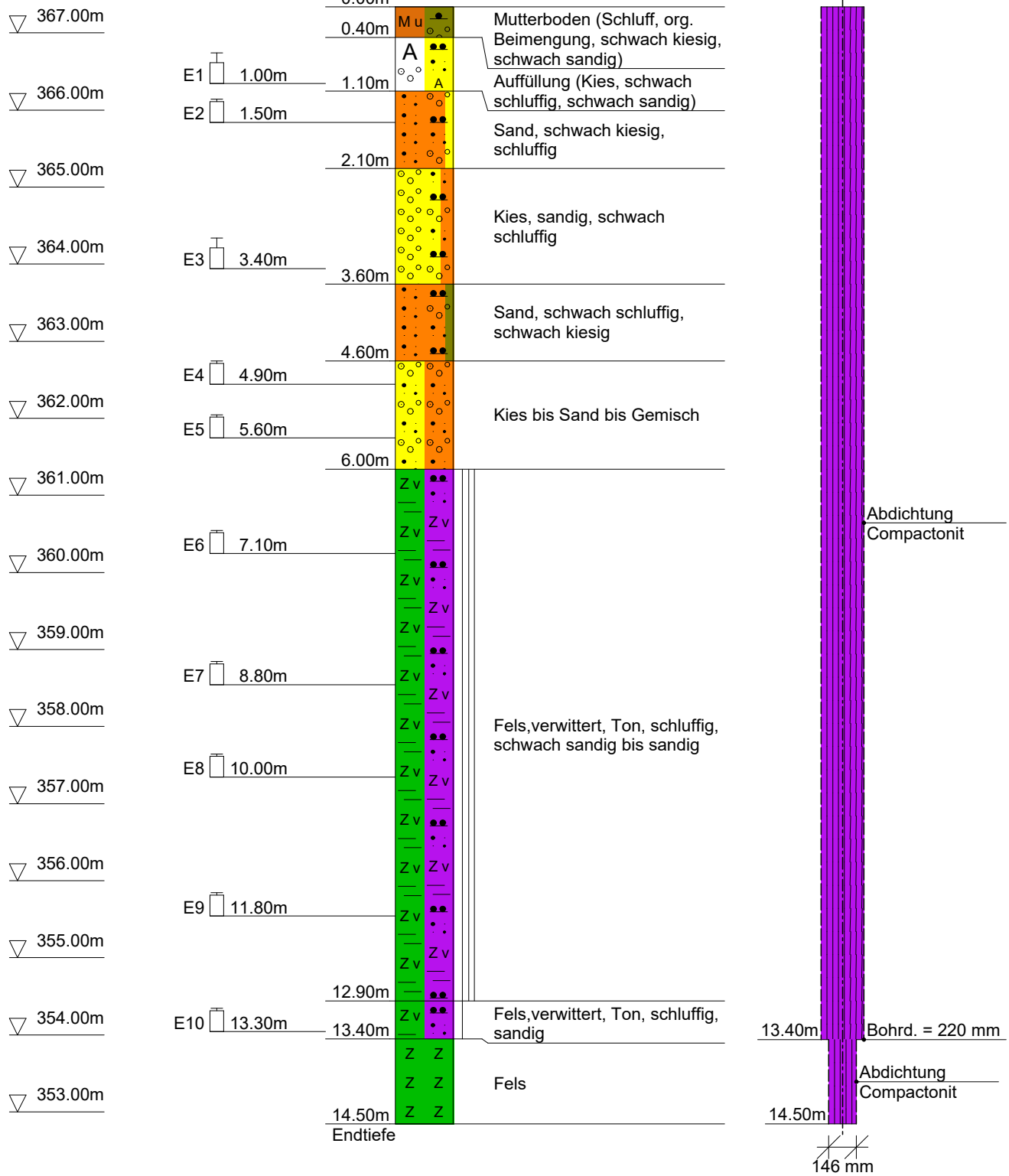


Anlage 2

Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : Flutbrücke Janahofer Strasse, 94491 Cham
Pfarrhofstr. 8	Auftrag.: IMH GmbH, Deggendorfer Str. 40, Hengersberg
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel: 08563 91650	Maßstab : 1: 75 / 1: 30

B10

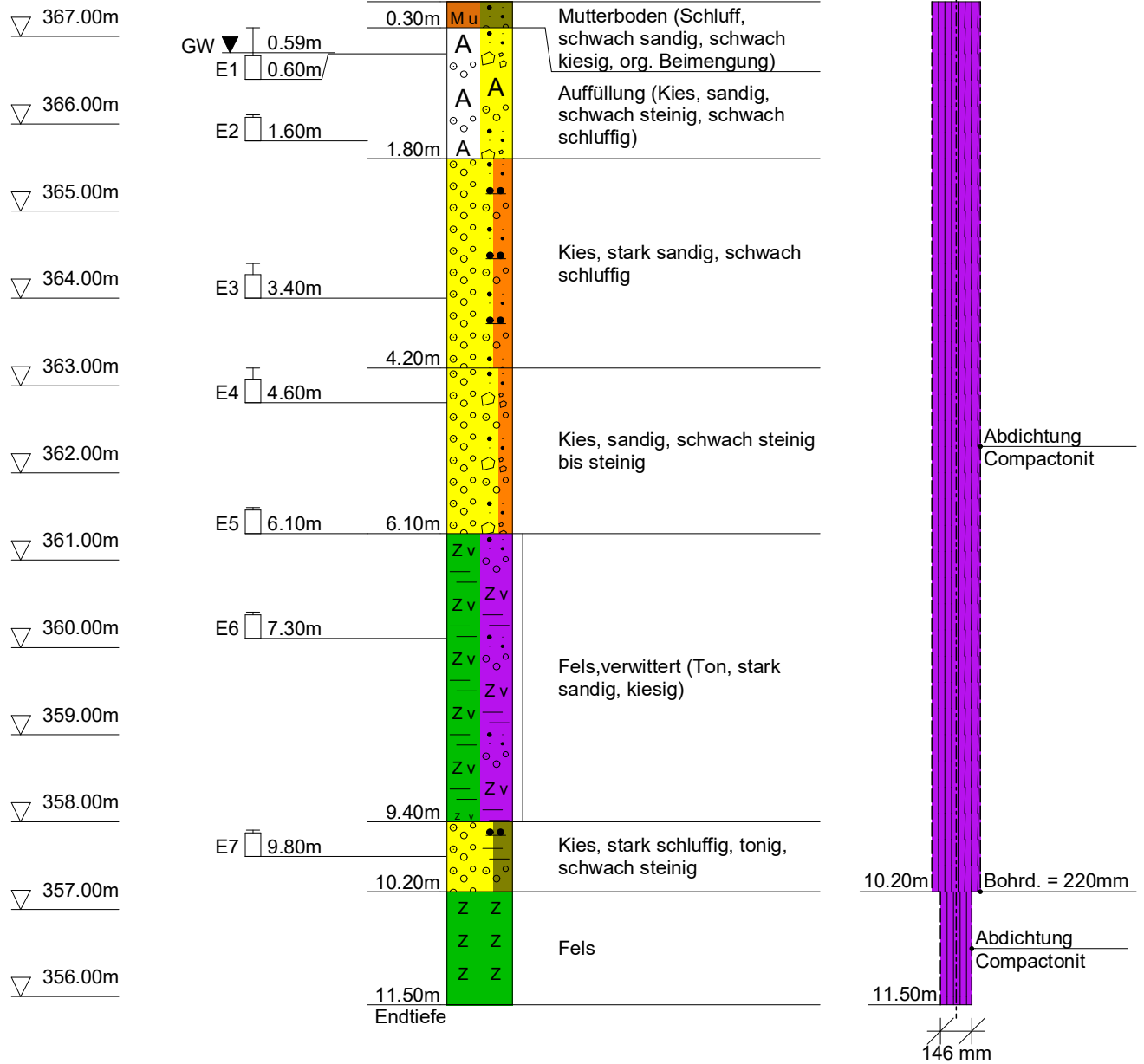
Ansatzpunkt: 367.34 m



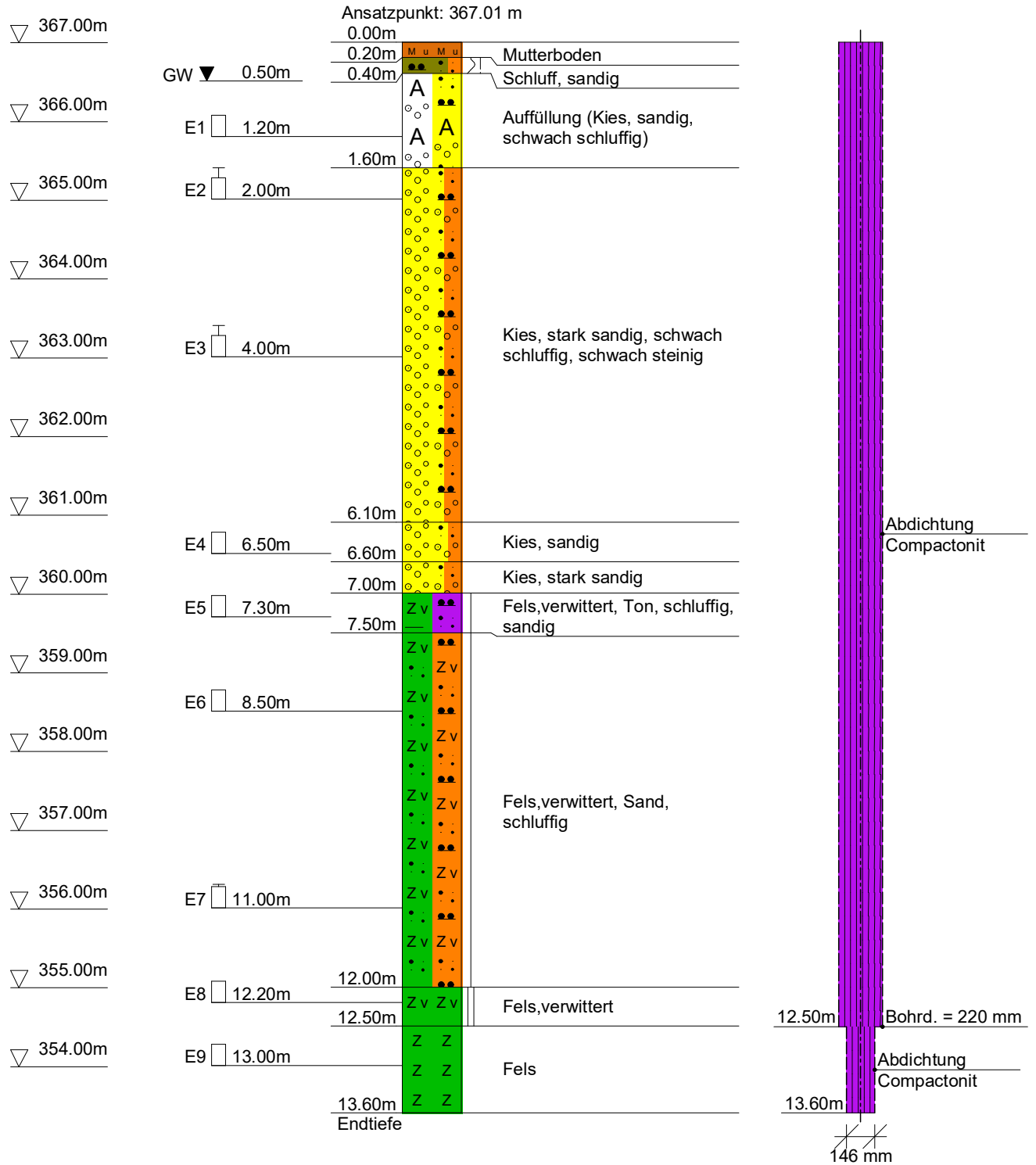
Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : Flutbrücke Janahofer Strasse, 94491 Cham
Pfarrhofstr. 8	Auftrag.: IMH GmbH, Deggendorfer Str. 40, Hengersberg
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel: 08563 91650	Maßstab : 1: 75 / 1: 30

B20

Ansatzpunkt: 367.40 m
0.00m



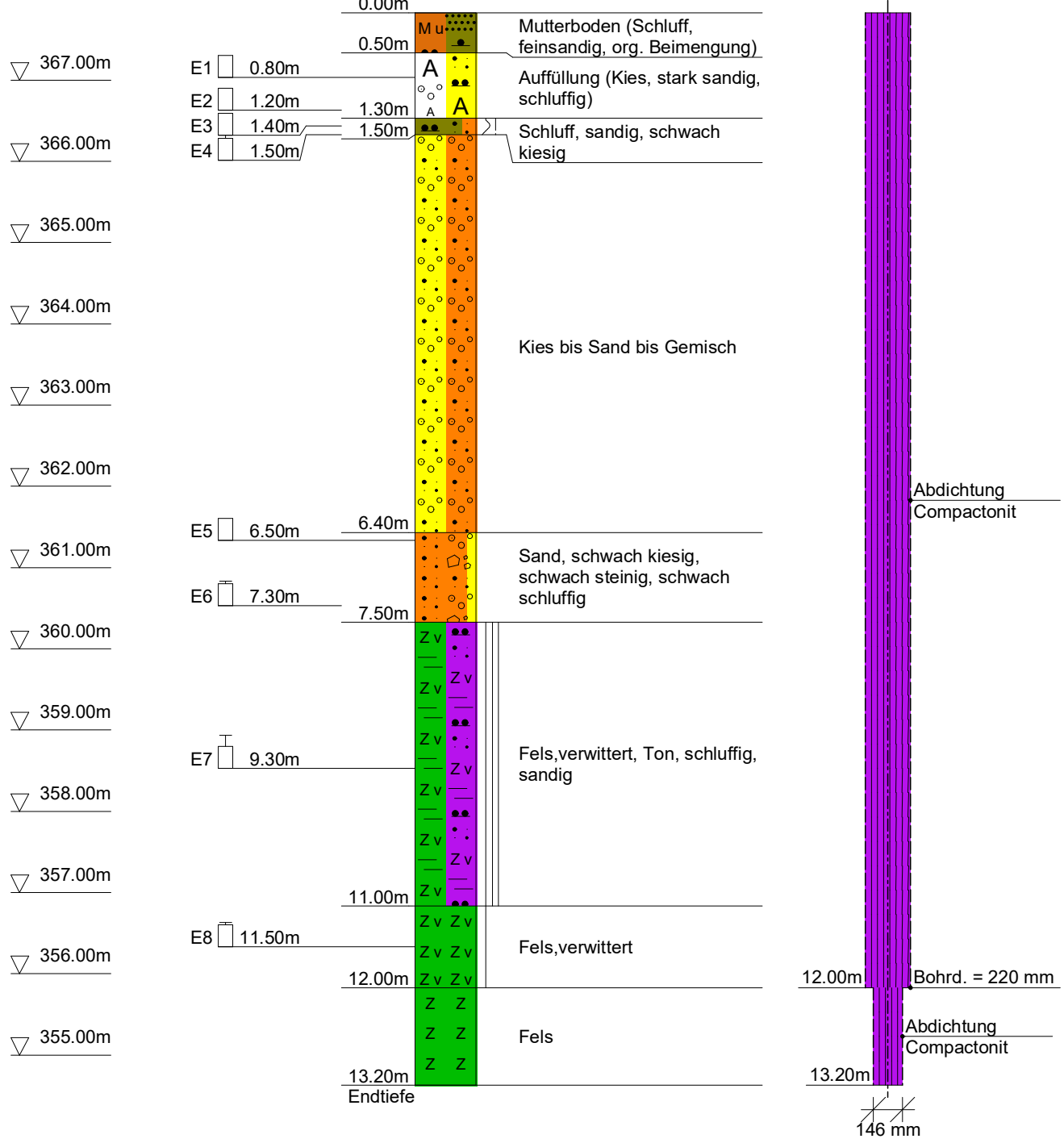
B30



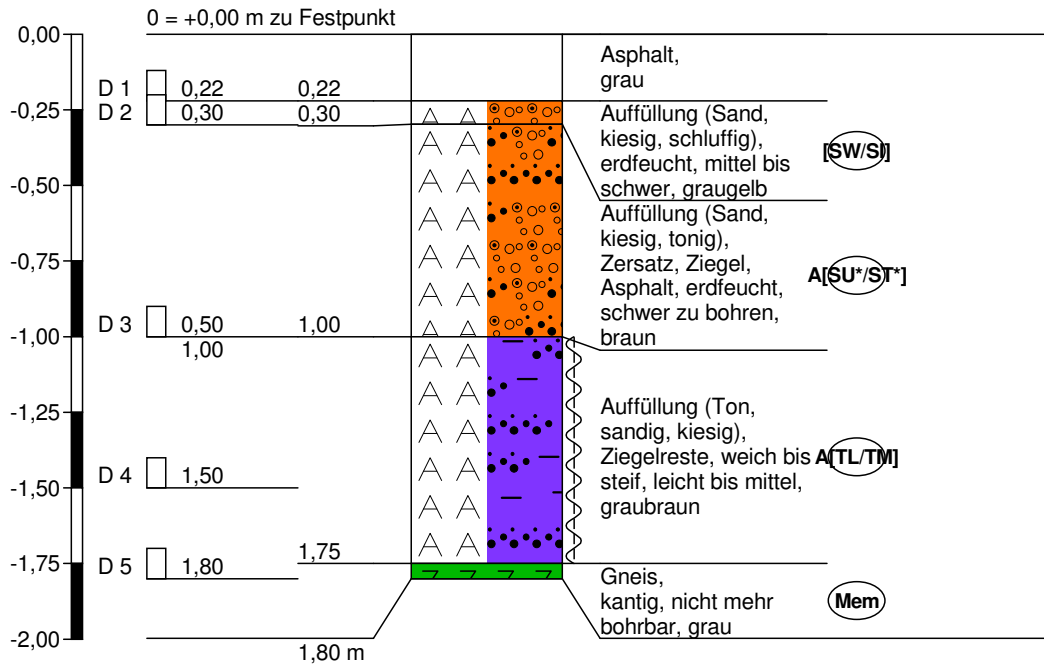
Reitberger Brunnenbau & Bohr GmbH	Projekt : Flutbrücke Janahofer Strasse, 94491 Cham
Pfarrhofstr. 8	Auftrag.: IMH GmbH, Deggendorfer Str. 40, Hengersberg
84364 Bad Birnbach	Bearbeiter: B. Reitberger
Tel: 08563 91650	Maßstab : 1: 75 / 1: 30

B40

Ansatzpunkt: 367.83 m

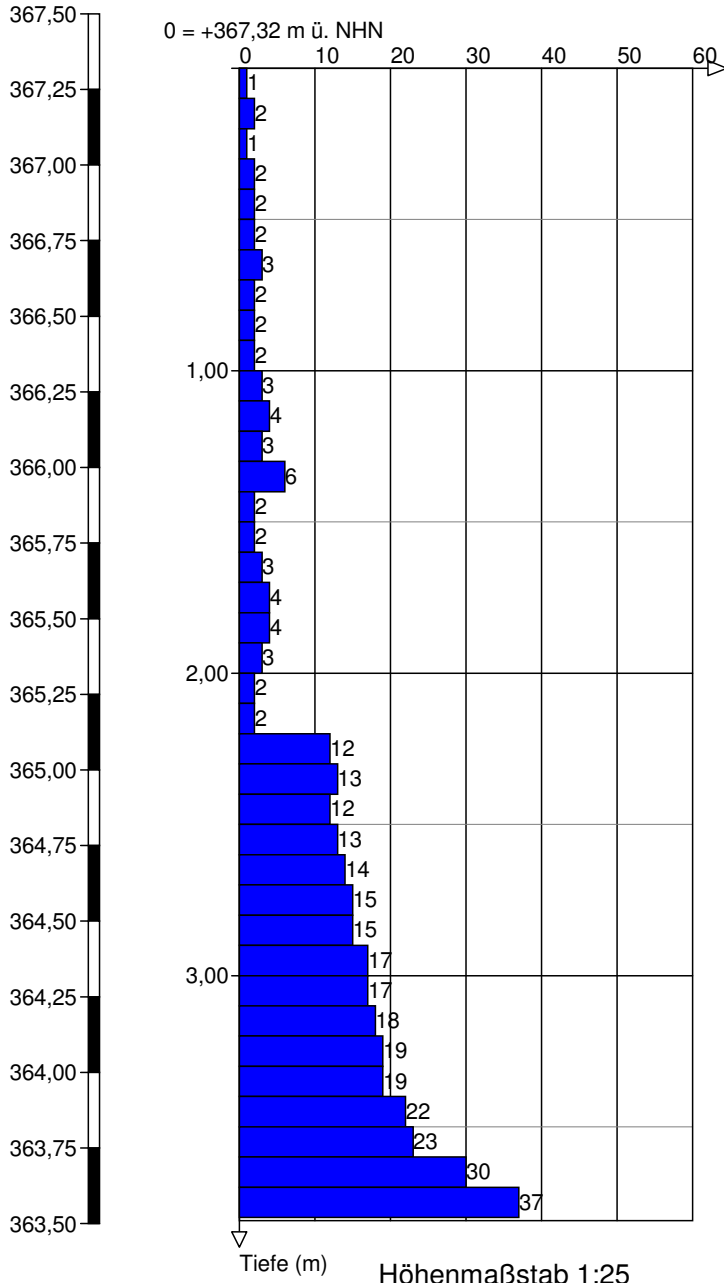


BS 1

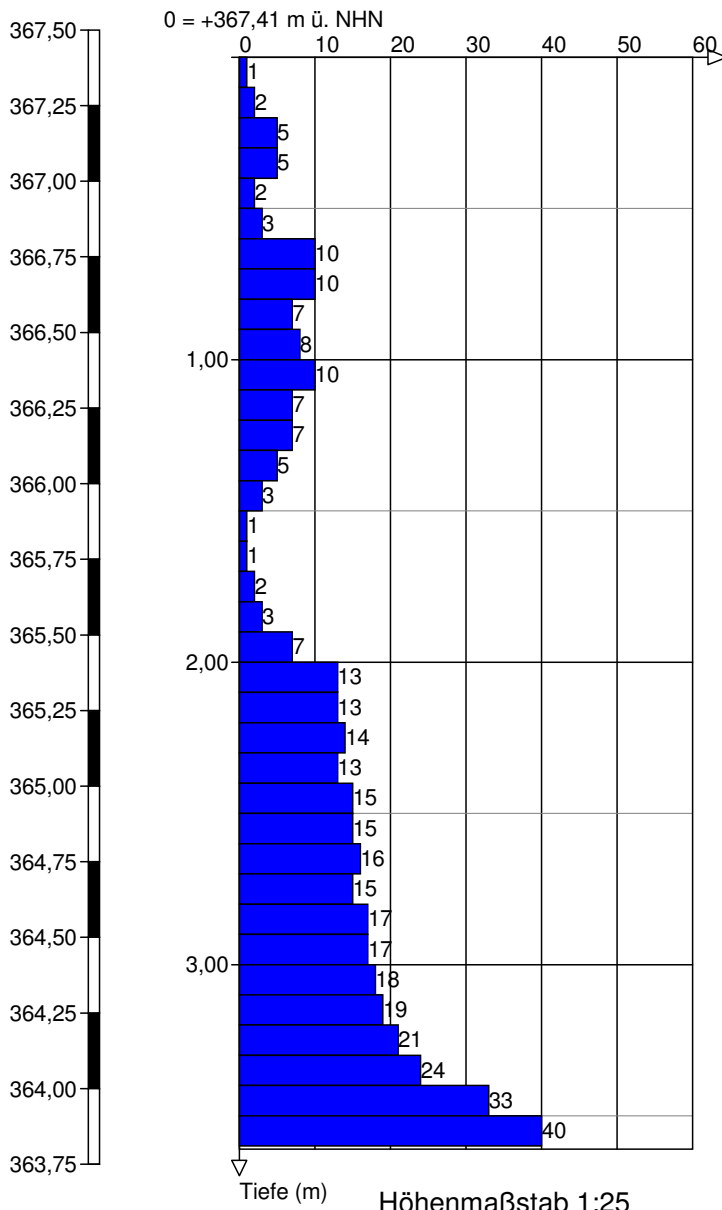


Höhenmaßstab 1:25

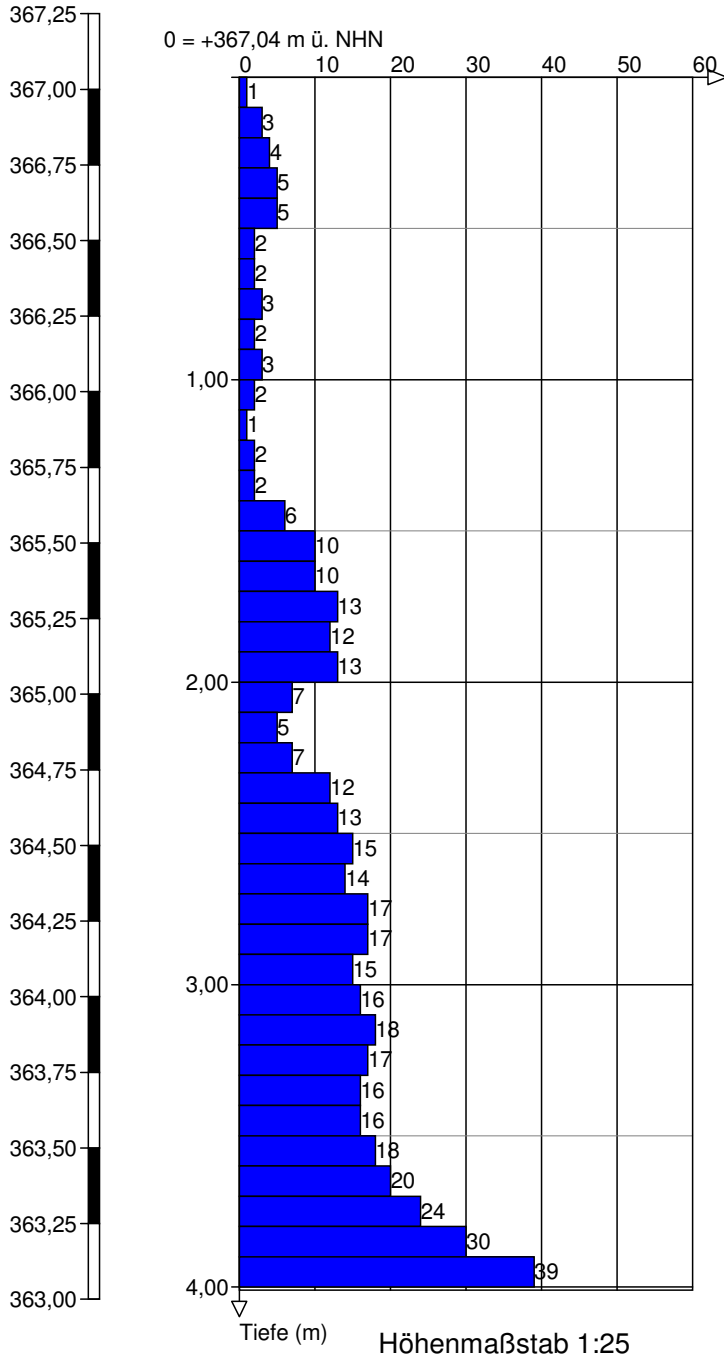
DPH 10



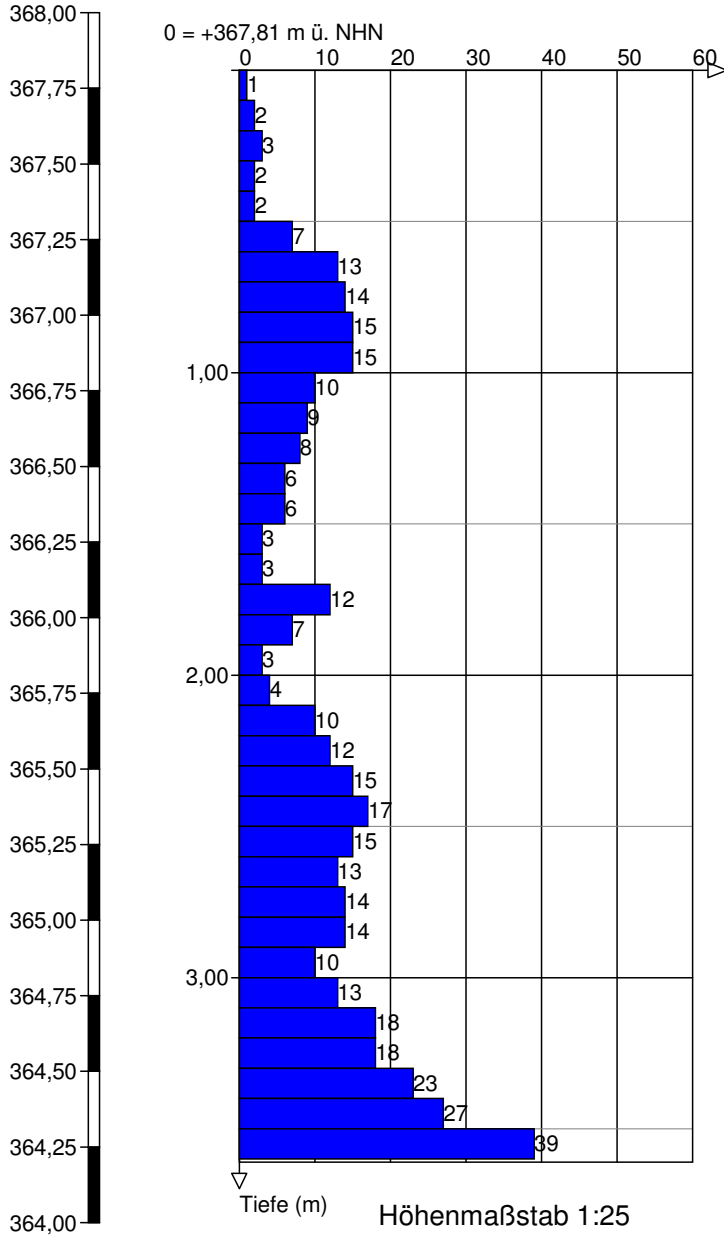
DPH 20



DPH 30



DPH 40



Anlage 3

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 Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung				h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt			
0,22	a) Asphalt						D 1	0,22		
	b)									
	c)	d)							e) grau	
	f)	g)							h)	i)
0,30	a) Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig)						D 2	0,30		
	b)									
	c) erdfeucht	d) mittel bis schwer							e) graugelb	
	f)	g)							h) [SW /SI]	i)
1,00	a) Auffüllung (Sand, kiesig, tonig)						D 3	1,00		
	b) Zersatz, Ziegel, Asphalt									
	c) erdfeucht	d) schwer zu bohren							e) braun	
	f)	g)							h) A[S U*/	i)
1,75	a) Auffüllung (Ton, sandig, kiesig)						D 4	1,50		
	b) Ziegelreste									
	c) weich bis steif	d) leicht bis mittel							e) graubraun	
	f)	g)							h) A[T L/T	i)
1,80	a) Gneis		Gewicht springt zurück				D 5	1,80		
	b)									
	c) kantig	d) nicht mehr bohrbar							e) grau	
	f)	g)							h) Me m	i)

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 01 Beilage 20-1
Anlage : 4
zu : 19162209

**Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 01
Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke,
Cham
Ausgeführt durch : RP
am : 28.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 11,40
Probe: 200095

Entnahmestelle : B10 - E4
Entnahmetiefe : 4,6 - 4,9 m unter GOK
Bodenart : Kies-Sand Gemisch
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1973,50
		Behälter m2 [g]	436,20
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1537,30
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1927,00
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	46,50
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	3,02
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		3,02	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1490,80 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 96,98
Anteil < 0,063 mm ma : 46,50 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 3,02
Gesamtgewicht der Probe mt : 1537,30 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	137,20	8,92	91,1
3	16,000	181,30	11,79	79,3
4	8,000	168,90	10,99	68,3
5	4,000	141,10	9,18	59,1
6	2,000	122,80	7,99	51,1
7	1,000	188,50	12,26	38,9
8	0,500	225,30	14,66	24,2
9	0,250	155,60	10,12	14,1
10	0,125	114,70	7,46	6,6
11	0,063	50,60	3,29	3,3
	Schale	4,20	0,27	3,1

Summe aller Siebrückstände : S = 1490,20 g Größtkorn [mm] : 55,72
Siebverlust : SV = me - S = 0,60 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,04 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	3,30
Sandkorn	47,80
Feinsand	8,12
Mittelsand	15,90
Grobsand	23,78
Kieskorn	48,90
Feinkies	13,24
Mittelkies	18,70
Grobkies	16,95
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	0,177
20,0	0,383
30,0	0,684
40,0	1,059
50,0	1,868
60,0	4,300
70,0	8,973
80,0	16,693
90,0	29,440
100,0	55,717



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 02 Beilage 20-1
Anlage : 4
zu : 19162209

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 02
Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke,
Cham
Ausgeführt durch : RP
am : 28.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 8,15
Probe: 200096

Entnahmestelle : B20 - E4
Entnahmetiefe : 4,2 - 4,6 m unter GOK
Bodenart : Kies,sandig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	2949,40
		Behälter m2 [g]	437,30
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	2512,10
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	2884,30
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	65,10
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	2,59
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		2,59	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 2447,00 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 97,41
Anteil < 0,063 mm ma : 65,10 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 2,59
Gesamtgewicht der Probe mt : 2512,10 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	746,40	29,71	70,3
3	16,000	420,90	16,75	53,5
4	8,000	367,70	14,64	38,9
5	4,000	200,80	7,99	30,9
6	2,000	126,10	5,02	25,9
7	1,000	137,00	5,45	20,4
8	0,500	166,60	6,63	13,8
9	0,250	132,30	5,27	8,5
10	0,125	88,10	3,51	5,0
11	0,063	53,90	2,15	2,9
	Schale	6,30	0,25	2,6

Summe aller Siebrückstände : S = 2446,10 g Größtkorn [mm] : 64,89
Siebverlust : SV = me - S = 0,90 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,04 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	2,90
Sandkorn	23,00
Feinsand	4,33
Mittelsand	8,13
Grobsand	10,54
Kieskorn	74,09
Feinkies	9,52
Mittelkies	23,27
Grobkies	41,30
Steine	0,01

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	0,311
20,0	0,955
30,0	3,674
40,0	8,543
50,0	13,693
60,0	21,119
70,0	31,157
80,0	39,723
90,0	44,772
100,0	62,943

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 02
 Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke,
 Cham
 Ausgeführt durch : RP
 am : 28.01.2020
 Bemerkung : Wn[%] = 8,15
 Probe: 200096

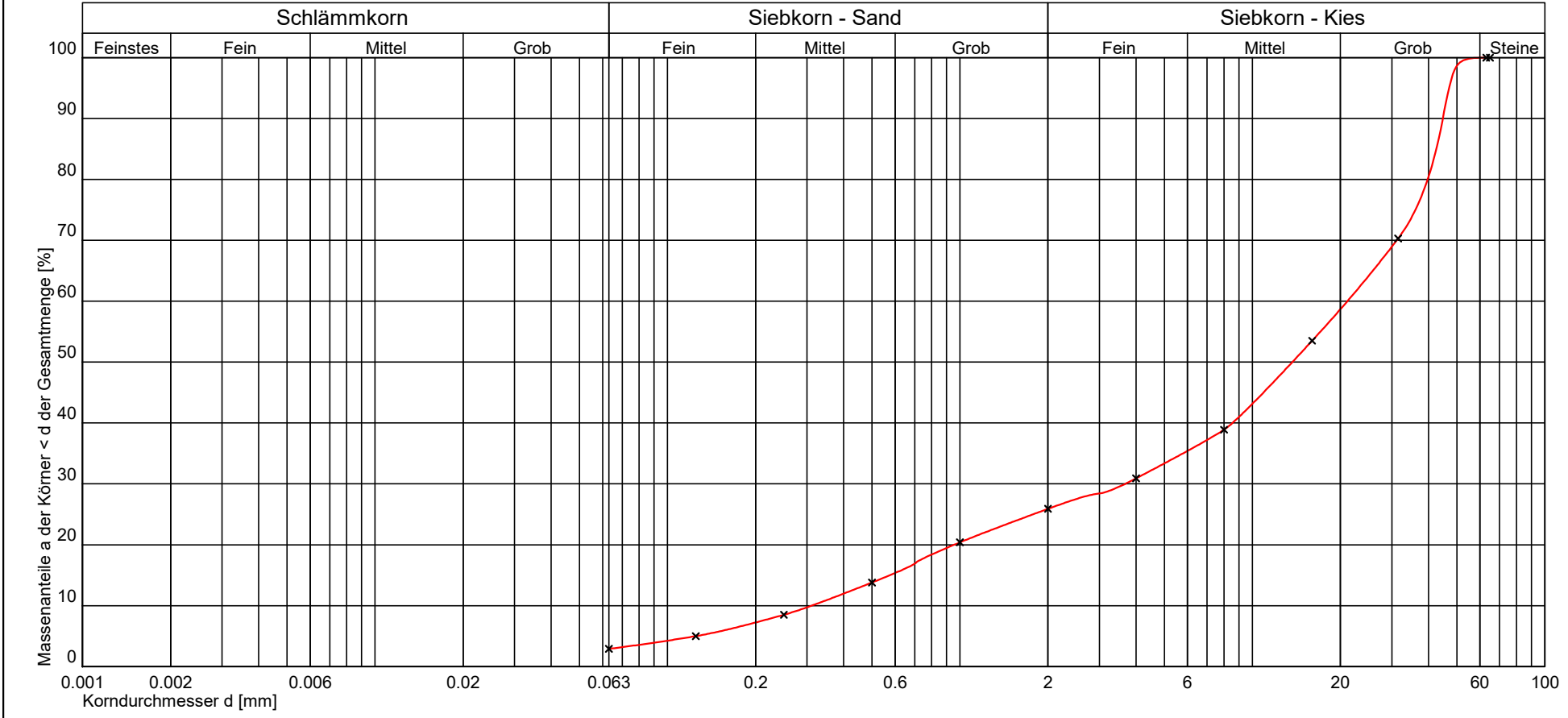
Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
 nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : B20 - E4
 Entnahmetiefe : 4,2 - 4,6 m unter GOK
 Bodenart : Kies,sandig (gem. BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 02
 Anlage : 4
 ZU : 19162209



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C _C / Median	67,90	2,06		
Bodengruppe (DIN 18196)	GW			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	9,679 * 10 ⁻³ [m/s] nach Seiler			
Kornkennziffer:	0 0 5 5 0	gG,mg,fg',gs',ms'		



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 03 Beilage 20-1
Anlage : 4
zu : 19162209

**Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 03
Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke,
Cham
Ausgeführt durch : RP
am : 28.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 7,53
Probe: 200097

Entnahmestelle : B30 - E3
Entnahmetiefe : 3,6 - 4,0 m unter GOK
Bodenart : Kies,sandig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	2628,30
		Behälter m2 [g]	396,50
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	2231,80
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	2601,10
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	27,20
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	1,22
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		1,22	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 2204,60 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 98,78
Anteil < 0,063 mm ma : 27,20 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 1,22
Gesamtgewicht der Probe mt : 2231,80 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	584,10	26,17	73,8
3	16,000	554,00	24,82	49,0
4	8,000	257,00	11,52	37,5
5	4,000	147,50	6,61	30,9
6	2,000	102,50	4,59	26,3
7	1,000	136,80	6,13	20,2
8	0,500	187,70	8,41	11,7
9	0,250	127,90	5,73	6,0
10	0,125	62,50	2,80	3,2
11	0,063	39,50	1,77	1,4
	Schale	3,40	0,15	1,3

Summe aller Siebrückstände : S = 2202,90 g Größtkorn [mm] : 85,91
Siebverlust : SV = me - S = 1,70 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,08 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	1,40
Sandkorn	24,90
Feinsand	3,56
Mittelsand	8,60
Grobsand	12,74
Kieskorn	73,69
Feinkies	8,25
Mittelkies	22,43
Grobkies	43,01
Steine	0,01

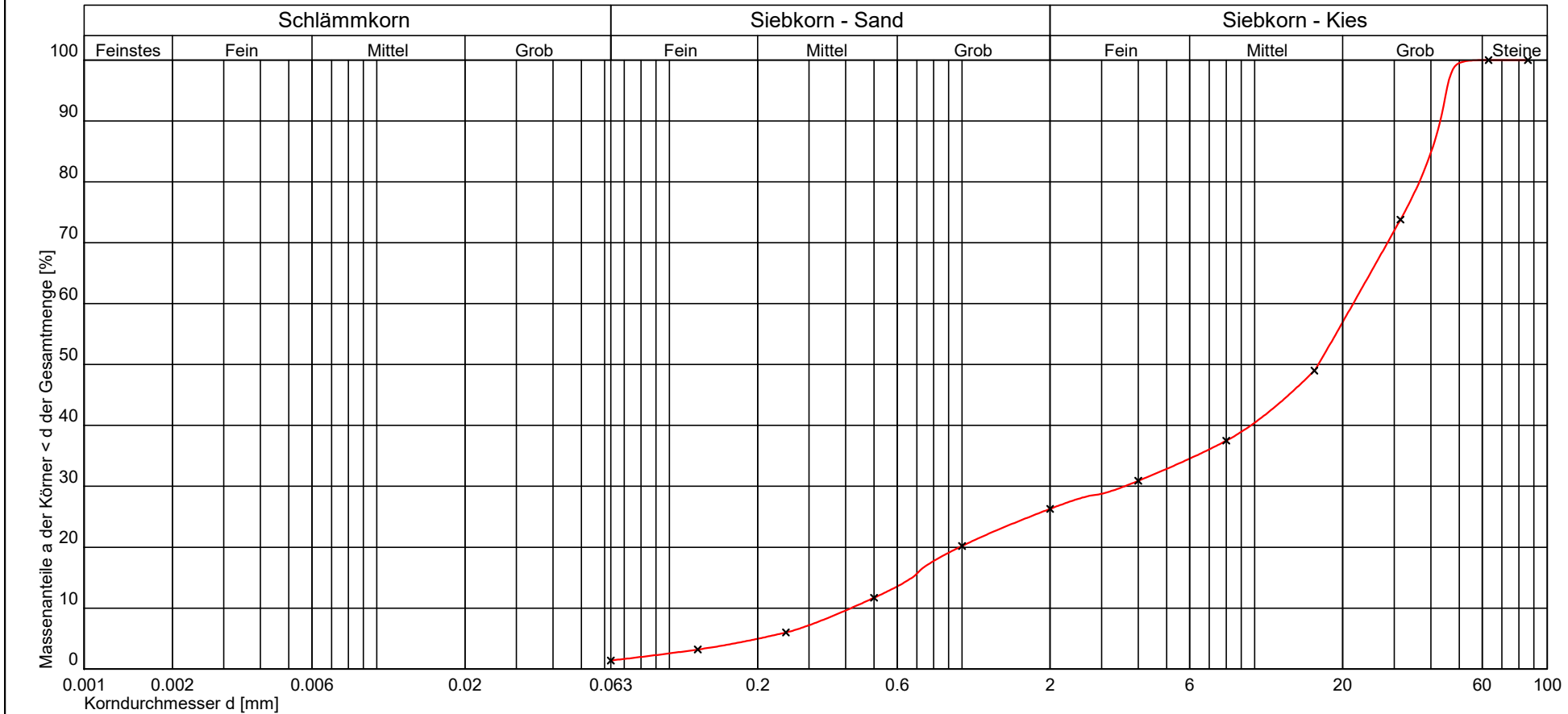
Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	0,417
20,0	0,981
30,0	3,589
40,0	9,702
50,0	16,494
60,0	21,708
70,0	28,438
80,0	36,549
90,0	43,074
100,0	62,944

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 03 Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke, Cham Ausgeführt durch : RP am : 28.01.2020 Bemerkung : Wn[%] = 7,53 Probe: 200097	Bestimmung der Korngrößenverteilung Naß-/Trockensiebung nach DIN EN ISO 17892-4	Entnahmestelle : B30 - E3 Entnahmetiefe : 3,6 - 4,0 m unter GOK Bodenart : Kies,sandig (gem. BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :
--	---	--



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 03
 Anlage : 4
 zu : 19162209



Kurve Nr.:		Bemerkungen
Arbeitsweise		
U = d60/d10 / C _C / Median	52,03 1,42	
Bodengruppe (DIN 18196)	GW	
Geologische Bezeichnung		
kf-Wert	5,660 * 10 ⁻³ [m/s] nach Seiler	
Kornkennziffer:	0 0 2 8 0 gG,mg,fg',gs',ms'	



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 04 Beilage 20-1
Anlage : 4
zu : 19162209

**Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 04
Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke,
Cham
Ausgeführt durch : RP
am : 28.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 9,93
Probe: 200098

Entnahmestelle : B40 - E5
Entnahmetiefe : 6,3 - 6,5 m unter GOK
Bodenart : Kies-Sand Gemisch, schwach schluffig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :

Anteil < 0.063 mm

		Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	2095,90
		Behälter m2 [g]	397,40
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1698,50
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1908,20
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	187,70
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	11,05
Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		11,05	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1510,80 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 88,95
Anteil < 0,063 mm ma : 187,70 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 11,05
Gesamtgewicht der Probe mt : 1698,50 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	107,00	6,30	93,7
3	16,000	180,10	10,60	83,1
4	8,000	200,20	11,79	71,3
5	4,000	160,30	9,44	61,9
6	2,000	135,70	7,99	53,9
7	1,000	162,60	9,57	44,3
8	0,500	176,10	10,37	33,9
9	0,250	168,10	9,90	24,0
10	0,125	132,60	7,81	16,2
11	0,063	80,00	4,71	11,5
	Schale	7,00	0,41	11,1

Summe aller Siebrückstände : S = 1509,70 g Größtkorn [mm] : 51,04
Siebverlust : SV = me - S = 1,10 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,06 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	11,50
Sandkorn	42,40
Feinsand	9,78
Mittelsand	15,31
Grobsand	17,32
Kieskorn	46,10
Feinkies	13,38
Mittelkies	19,44
Grobkies	13,29
Steine	0,00

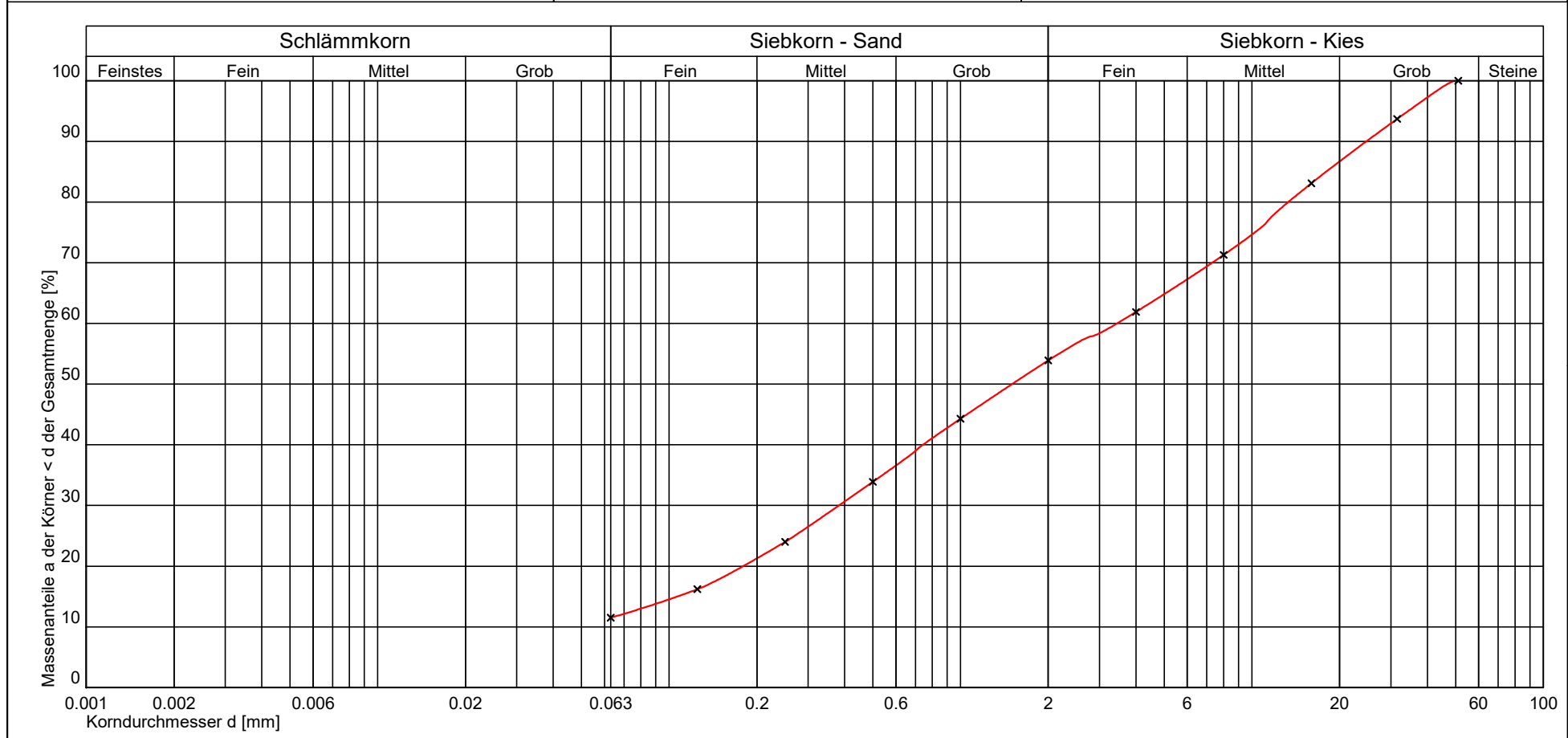
Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	
20,0	0,179
30,0	0,382
40,0	0,743
50,0	1,501
60,0	3,446
70,0	7,305
80,0	13,319
90,0	24,684
100,0	51,023

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 04 Bauvorhaben : Neubau Flutbrücke, Cham Ausgeführt durch : RP am : 28.01.2020 Bemerkung : Wn[%] = 9,93 Probe: 200098	Bestimmung der Korngrößenverteilung <h2 style="margin: 0;">Naß-/Trockensiebung</h2> nach DIN EN ISO 17892-4	Entnahmestelle : B40 - E5 Entnahmetiefe : 6,3 - 6,5 m unter GOK Bodenart : Kies-Sand Gemisch, schwach schluffig (gem. BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 11.-14.11.2019 durch :
--	---	--



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162209-KGV 04
 Anlage : 4
 zu : 19162209



Kurve Nr.:			Bemerkungen
Arbeitsweise			
U = d60/d10 / C _C / Median			
Bodengruppe (DIN 18196)	GU/GT		
Geologische Bezeichnung			
kf-Wert	6,928 * 10 ⁻⁵ [m/s] nach USBR/Bialas		
Kornkennziffer:	0 0 3 7 0	mG-fG,gg',gs,ms,fs',u'	

	Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg		Prüfungs-Nr. : 19162209		
	Telefon: 09901/94905-0 Fax: 09901/94905-22		Anlage: 4 zu: 19162209		
Qualitative Schnellerkennung carbostämmiger Bindemittel in Ausbaustoffen <u>Teeranalytik - Schnellverfahren</u> <u>mittels Lackansprühverfahren mit Fluoreszenz unter UV-Licht</u>					
Bauvorhaben: Neubau Flutbrücke, Cham LA/MO Ausgeführt durch: 09.01.2020 am: Bemerkung:		Entnahmestelle: s. Lageplan, Anlage 1 Entnahme am: 11.10.2019 Proben: BS1 D1 Art der Probe: Asphaltbohrkern 1) nur geringe Fluoreszenz erkennbar			
Probe	Schicht S von oben nach unten	Schichtstärke [cm]	Fluoreszenz		PAK Konzentration
			nicht erkennbar	erkennbar	
BS 1 D1 (AK) $d_{ges} = 22 \text{ cm}$	S 1: 0,0-4,0 S 2: 4,0-15,5 S 3: 15,5-22,0	4,0 11,5 6,5	x x x		Fluoreszenz: > 50 mg/kg im Ausbaustoff keine Fluoreszenz: < 50 mg/kg im Ausbaustoff

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Benedikt Feilmeier
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Flutbrücke, Cham (BF)

Prüfbericht Nr.	CMU20-000500-1	Auftrag Nr.	CMU-00079-20	Datum	17.01.2020
Probe Nr.	20-005306-01				
Eingangsdatum	14.01.2020				
Bezeichnung	BS1 D1 (AK)				
Probenart	Asphalt				
Probenahme	11.10.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	1x 5l Eimer				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	14.01.2020				
Untersuchungsende	17.01.2020				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	20-005306-01		
Bezeichnung	BS1 D1 (AK)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	900
Frischmasse der Messprobe	g	OS	90,0
Feuchtegehalt	%	TS	0,0

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	20-005306-01		
Bezeichnung	BS1 D1 (AK)		
Trockenrückstand	Gew%	OS	100

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	20-005306-01		
Bezeichnung	BS1 D1 (AK)		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,04
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,04
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,04

Prüfbericht Nr.	CMU20-000500-1	Auftrag Nr.	CMU-00079-20	Datum	17.01.2020
Probe Nr.					20-005306-01
Fluoren	mg/kg	TS	<0,04		
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,04		
Anthracen	mg/kg	TS	<0,04		
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,04		
Pyren	mg/kg	TS	<0,04		
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,04		
Chrysen	mg/kg	TS	<0,04		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,04		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,04		
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,04		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,04		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,04		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-		

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.					20-005306-01
Bezeichnung					BS1 D1 (AK)
pH-Wert		W/E	9,3		
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	43,0		

Summenparameter

Probe Nr.					20-005306-01
Bezeichnung					BS1 D1 (AK)
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01		

 Prüfbericht Nr. **CMU20-000500-1** Auftrag Nr. **CMU-00079-20** Datum **17.01.2020**

Abkürzungen und Methoden

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen	DIN EN 14346 Verf. A (2007-03) ^A
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN ISO 13877 (2000-01) ^A
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A
Feuchtegehalt	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A
pH-Wert im Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10523 (2012-04) ^A
Leitfähigkeit, elektrisch	DIN EN 27888 (1993-11) ^A
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 (1999-12) ^A
OS	Originalsubstanz
TS	Trockensubstanz
W/E	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik München
Umweltanalytik München
Umweltanalytik München
Umweltanalytik München
Umweltanalytik München



Thorsten Schröder
 Dipl.-Ing. Umweltsicherung
 Sachverständiger Umwelt

Anlage 5

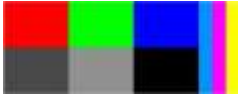






BS 1 D 1 (AK)





Neubau der Flutbrücke



Cham

m u. GOK

B 10 (0 – 10 m)

0 m

1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

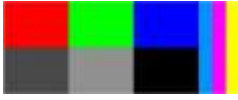
6 m

7 m

8 m

9 m





Neubau der Flutbrücke



Cham

m u. GOK

B 10 (10 – 15 m)

10 m

11 m

12 m

13 m

14 m





Neubau der Flutbrücke



Cham

m u. GOK

B 20 (0 – 10 m)

0 m

1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

6 m

7 m

8 m

9 m





Neubau der Flutbrücke

Cham



m u. GOK

B 20 (10 – 12 m)

10 m

11 m





Neubau der Flutbrücke



Cham

m u. GOK

B 30 (0 – 10 m)

0 m

1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

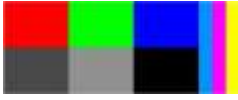
6 m

7 m

8 m

9 m





Neubau der Flutbrücke

Cham



m u. GOK

B 30 (10 – 14 m)

10 m

11 m

12 m

13 m





Neubau der Flutbrücke



Cham

m u. GOK

B 40 (0 – 10 m)

0 m

1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

6 m

7 m

8 m

9 m





Neubau der Flutbrücke

Cham



m u. GOK

B 40 (10 – 14 m)

10 m

11 m

12 m

13 m

