DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB Netz AG
Großprojekt Karlsruhe-Basel (I.NGK2(2))
Frau Tanja Schweinfurth
Schwarzwaldstrasse 82
76137 Karlsruhe

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
39.5903	P5903b181214.docx	CSp/Kor	Esslingen	20.12.2018

E2 Fischaufstieg Schnapperwehr
Haslach im Kinzigtal

- Baugrundgutachten -

Rahmenvertrag Nr. 1000 / EBO / 92252322
Auftrag vom 12.03.2018

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, Geschäftsführer Dipl.-Ing. Christian Spang

Zentrale Witten: Rosi-Wolfstein-Straße 6, D-58453 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de
http://www.dr-spang.de

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Rennbahnstraße 72 – 74, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstr. 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Esslingen, IBAN: DE46 6117 0024 0010 4299 00, BIC: DEUTDEDB611

INHALT **SEITE**

1.	**ALLGEMEINES**	**4**
1.1	Projekt	4
1.2	Auftrag	5
1.3	Unterlagen	6
1.4	Untersuchungen	6
2.	**GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE**	**8**
2.1	Morphologie, Vegetation und Bebauung	8
2.2	Baugrund	9
2.3	Hydrogeologie / Grundwasser	13
2.4	Bodenmechanische Laborversuche	15
2.5	Umwelttechnische Untersuchungen	18
2.6	Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	18
3.	**TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE**	**19**
3.1	Klassifizierung für bautechnische Zwecke	19
3.2	Bodenkennwerte	20
3.3	Felsmechanische Kennwerte	21
3.4	Homogenbereiche	22
3.4.1	Allgemeines	22
3.4.2	DIN 18 300 Erdarbeiten	23
3.4.3	DIN 18 301 Bohrarbeiten	25
3.4.4	DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	27
3.4.5	DIN 18 311 Nassbaggerarbeiten	28
3.4.6	DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	30
4.	**FOLGERUNGEN**	**31**
4.1	Gründung	31
4.2	Baugrube	31
4.3	Grundwasserhaltung	33
4.4	Nachbarbebauung	34
4.5	Geotechnische Kategorie	35

INHALT **SEITE**

5. EMPFEHLUNGEN 35
5.1 Gründung 35
5.2 Baugruben 36
5.3 Wasserhaltung / Abdichtung 38
5.4 Sonstige Empfehlungen 40

6. ANLAGEN

Anlage 1: Übersichtslageplan, 1 : 200.000 (2)
Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 500 (2)
Anlage 3: Geotechnische Schnitte 1 : 100 (3)
Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (3)
Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH) (14)
Anlage 4.4: Kernbohrungen (BK) (3)
Anlage 4.5: Schürfe (SCH) (x)
Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (14)
Anlage 6: Kernfotos (6)
Anlage 7: Chemische Analytik (1)
Anlage 7.1: Probenahmeprotokoll (1)
Anlage 7.2: Prüfbericht (2)
Anlage 7.3: Auswertung (3)

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Das Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz des Ortenaukreises hat mit dem Regierungspräsidium Freiburg als zuständige Flussgebietsbehörde ein Maßnahmenkonzept zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie erarbeitet. Vor allem in Hinblick auf die ökologische Durchgängigkeit der Gewässer bestehen Defizite. Deshalb sind an mehreren Gewässern Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit an Wehren mit Wasserkraftnutzung vorgesehen.

Als Ausgleichsmaßnahme für den Ausbau / Neubau der Strecke Karlsruhe-Basel wird die Deutsche Bahn AG einige dieser Projekte als Bauherr durchführen. Der Standort E2 - Schnapperwehr Haslach ist Teil des Maßnahmenpaketes 4, PfA 7.4. Wehre stellen für Fische ein Wanderhindernis dar. In Fließrichtung links des Wehres ist bereits eine Fischaufstiegsanlage (FAA) vorhanden. Diese ist jedoch für Fische aufgrund der vorherrschenden hydraulischen Verhältnisse kaum passierbar. Es wird also erforderlich eine neue FAA zu errichten.

Haslach liegt im Kinzigtal im Mittleren Schwarzwald. Das Schnapperwehr liegt ca. 2,5 km östlich von Haslach. Am Schnapperwehr zweigt links der Gewerbekanal zur Wasserkraftgewinnung ab. Als Fischaufstieg ist rechts der Kinzig ein geteiltes Raugerinne geplant.

Nach den vorhandenen Planungsunterlagen [U 1] unterteilt sich die geplante Baumaßnahme in folgende Teilbereiche:

Für die **Fischaufstiegsanlage** ist ein geteiltes Raugerinne geplant. Dieses beinhaltet ein **Raugerinne** mit Beckenstruktur und eine parallel dazu verlaufende Rampe, mit der der Zufluss geringer gehalten werden kann. Das Raugerinne mit Beckenstruktur beinhaltet breite, flache Becken, welche aus natürlichen Materialien (große Blocksteine) hergestellt werden. Das Raugerinne wird in der Kinzig an deren rechten Rand geplant. Entsprechend der vorliegenden Planung verläuft die Unterkante des Raugerinnes an seiner tiefsten Stelle auf ca. 217 mNHN. Für den Bau des Raugerinnes ist ein Spundwandkasten als Baugrubenumschließung geplant.

Der geplante Fischschutz wird einschließlich einer **Rechenreinigung** (horizontaler Feinrechen einschließlich eines Geschwemmselkanals) **im Gewerbekanal** hergestellt. Dieser soll in einem Winkel

von 30 - 45 ° horizontal zur Fließrichtung über den gesamten Fließquerschnitt des Gewerbekanals hergestellt werden. Der Rechenreiniger soll flach gegründet werden.

Vor dem Feinrechen wird eine **Spülrinne** installiert, die einerseits für den Abfluss des Rechengutes und als Fischabstieg dient. Es wird somit eine Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser hergestellt mit welcher andererseits ein Abstieg für die Fische ganzjährig möglich ist. Die Abstiegs- und/oder Spülrinne wird mit einem Trapezprofil gebaut, welches eine 40 cm breite Sohle hat. Eines der Seitenteile soll um 45° geneigt eingebaut werden, sodass auch bei niedrigen Abflüssen die Fischpassierbarkeit ermöglicht wird und trotzdem höhere Abflüsse abgeführt werden können. Laut Angaben des planenden Ingenieurbüros Floecksmühle wird die Rinne zum derzeitigen Planungsstand bis in eine maximale Tiefe von 2,5 m unter GOK ausgeführt. Der Rechenreiniger gründet bei ca. 218,5 mNHN.

1.2 Auftrag

Auf Basis der Angebotsanfrage vom 27.08.2014 wurde die Dr. Spang GmbH von der DB ProjektBau GmbH am 19.09.2014 damit beauftragt für die Fischaufstiegsanlage am Schnapperwehr in Haslach im Kinzigtal eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein Baugrund- und Gründungsgutachten vorzulegen. Das Baugrundgutachten [U 1] wurde am 31.12.2014 fertiggestellt und übersandt.

Das Gutachten beruhte auf der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Planung. Die zur Baugrunduntersuchung beauftragten Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen erfassten die Talauesedimente im Bereich der geplanten Baumaßnahme. Der Fels unter den Talauesedimenten konnte verfahrensbedingt mit den Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen nicht erkundet werden.

Für die Bemessung des Spundwandverbaues des geplanten Raugerinnes werden seitens der Tragwerksplanung nähere Angaben zur Beschaffenheit des unter den Talauesedimenten anstehenden Felses und zur Höhenlage der Felsoberkante benötigt. Weiterhin sollen Angaben zur Flachgründung des Rechenreinigers sowie zu Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers gemacht werden.

Auf Basis des Angebots A39.11327 vom 15.02.2018 wurde die Dr. Spang GmbH beauftragt, für das Bauvorhaben die ergänzenden Erkundungsmaßnahmen (Kernbohrungen und Rammsondierungen) durchzuführen und das hier vorliegende Baugrundgutachten zu verfassen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] Fischaufstieg E2 Schnapperwehr Haslach, Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung; Dr. Spang GmbH, 31.12.2014.

[U 2] Geologische Karte von Baden-Württemberg, 1:50.000; Online Dienst des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Stand 19.07.2017

[U 3] Geologie von Baden-Württemberg, 5. Auflage, O.F. Geyer / M.P. Gwinner, Schweizerbart, Stuttgart 2011.

[U 4] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de, Abfrage vom 12.12.2017.

[U 5] Ingenieurgeologische Gefahren in Baden - Württemberg, LGRB, Regierungspräsidium Freiburg, 2005.

[U 6] Regierungspräsidium Freiburg, Übersichtskarten Wasserspiegel HQ100, Stand März 2014.

[U 7] Ingenieurbüro Floecksmühle, Entwurfsplanung einer Fischaufstiegsanlage und von Anlagen zum Fischschutz und abstieg am Schnapperwehr, Erläuterungsbericht, Stand 22.10.2017.

[U 8] Ingenieurbüro Floecksmühle, Entwurfsplanung, Lageplan und Schnitte, Stand 06.12.2017.

1.4 Untersuchungen

Am **08.10.2014** wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH **3 Kleinrammbohrungen** als Rammkernsondierungen (Schappen-Ø 40 - 60 mm) und **3 Schwere Rammsondierungen** nach DIN EN

ISO 22476-2 bis in eine maximale Tiefe von 5,2 m unter Ansatzpunkt im Rahmen der ersten Untersuchungskampagne ausgeführt.

Im **Oktober 2018** wurden für die ergänzenden Untersuchungen von der Terrasond Gesellschaft für Baugrunduntersuchungen mbH & Co. KG **3 Kernbohrungen** (BK 1 – BK 3) nach DIN EN ISO 22475-01 (als verrohrte Rammkernbohrung im Lockerboden bzw. Seilkernkernbohrung im Festgestein) bis in max. 12,4 m Tiefe u. GOK (BK 1) zur Erkundung und Beurteilung der anstehenden Felsformation abgeteuft.

Zusätzlich wurden vom 11.10.2018 bis 12.10.2018 durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH **8 Rammsondierungen** nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH 1-DPH 8) bis in eine maximale Tiefe von 5,0 m unter GOK ausgeführt, um die Rammbarkeiten der Lockerböden einschätzen zu können und um die Grenze zwischen Löckerböden und Fels (Flasergneis) zu erfassen. Aufgrund der Steine und Blöcke im Untergrund ergab sich bei der Rammsondierung DPH 8 mehrfach eine Schiefstellung des Gestänges, weshalb die Rammsondierung dreimal neu angesetzt werden musste.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) / 14 689 (Fels) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

An Proben aus dem Bohrgut und dem Grundwasser wurden die in der folgenden Tabelle 1.4-1 aufgeführten boden- und felsmechanischen Untersuchungen ausgeführt:

Versuch		Ausführungsjahr	Anzahl	Norm / Regelwerk / Untersuchungsmethode
Felsmechanik	Einaxiale Druckfestigkeit[3)]	2018	3	DGGT, AK 3.3, Empfehlung Nr. 1, „Einaxiale Druckversuche an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern“, 2004
	Abrasivität CAI – Versuch[1)]	2018	2	DGGT. AK 3.3, Empfehlung Nr. 23, „Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“, 2016
Bodenmechanik	Wassergehalt[1)]	2014	5	DIN 18 121
	Kornverteilung[1)]	2014	5	DIN 18 123

Versuch		Ausführungsjahr	Anzahl	Norm / Regelwerk / Untersuchungsmethode
	Konsistenzgrenzen[1)]	2014	1	DIN 18 122
	Abrasivität[1)]	2018	2	AFNOR NF P18-579
Hydrochemie	Betonangriffsgrad, Wasser[2)]	2018	1	DIN 4030 Teil 1:2008-06
	Stahlaggressivität, Wasser[2)]	2018	1	DIN 50929 Teil 3:2018

1) Durchführung durch die Dr. Spang GmbH
2) Durchführung durch Agrolab Laborgruppe
3) Durchführung durch die Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden

Tabelle 1.4-1: Untersuchungsumfang Labor

Die Versuchsprotokolle der Boden- und Felsmechanik finden sich in der Anlage 5. Die Beurteilung und Bewertung der Ergebnisse ist in Kapitel 2.4 enthalten.

Aus der Kernbohrung BK 2 wurde die **Grundwasserprobe WP 1** entnommen und hinsichtlich der **Beton- und Stahlaggressivität** untersucht. Das Probenahmeprotokoll, der Prüfbericht und die Auswertung finden sich in der Anlage 7. Die Bewertung erfolgt in Kapitel 2.3.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und 4 zu entnehmen.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Die Geländehöhe des betrachteten Gebietes liegt in der Aue des Kinzigtales zwischen 220 mNHN und 221 mNHN. Das Gelände ist entsprechend eben ausgebildet. Das Schnapperwehr befindet sich im Osten der Stadt Haslach. Die betroffene Fläche wird im Süden von der Schwarzwaldbahn und im

Norden von einem Radweg begrenzt. Die Talaue ist mit Gräsern und kleineren Sträuchern bewachsen. Baupraktisch relevante Vegetation ist nicht vorhanden. Im Bereich nördlich des Wehres ist eine Hochwasserentlastung, die mit Wasserbausteinen befestigt ist, vorhanden.

Das Schnapperwehr Haslach ermöglicht den Aufstau der Kinzig zur Wasserkraftnutzung im Gewerbekanal. Ein Teil des aufgestauten Wassers wird oberhalb des Wehres in den rechts der Kinzig gelegenen Gewerbekanal geleitet. Das Wasser wird an zwei Mühlen zur Energiegewinnung genutzt und anschließend wieder in die Kinzig geleitet. Über ein gewässerbreites Hebeschütz ist der Zufluss regelbar, Einrichtungen zum Fischschutz sind nicht vorhanden. Daher wirkt der Gewerbekanal wie eine Sackgasse, da für die auf diesem Wege absteigenden Fische keine Verbindung zur Kinzig bereitgestellt wird.

Am linken Ufer im Bereich des Wehres befindet sich eine technisch überholte Ausführungsart einer FAA in Form eines Raugerinnes mit Beckenstruktur. Aufgrund der vorherrschenden hydraulischen Verhältnisse ist diese jedoch für Fische kaum passierbar. Am rechten Ufer befindet sich ein Bereich für die Hochwasserentlastung.

Am Fuß des Dammes der Schwarzwaldbahn verläuft zwischen der Bahnlinie und der Kinzig eine von der Terranets BW betriebene Hochdruckgasleitung. Die Gasleitung kreuzt den Gewerbekanal unmittelbar nach dem Abzweig und verläuft nach Osten zwischen Gewerbekanal und Kinzig.

2.2 Baugrund

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden in unserem Baugrundgutachten vom 31.12.2014 [U1] bereits beschrieben. Im Wesentlichen hat sich der geologische Aufbau der oberflächennahen Lockerböden bestätigt. Unter den Flusskiesen liegt Flasergneis (frühere Bezeichnung Renchgneis) vor.

Aufgrund der durchgeführten Kernbohrungen wird der Baugrundaufbau im Folgenden ergänzt bzw. angepasst. Dies betrifft insbesondere die Eigenschaften und die Schichtgrenzen der Felsschicht (Schicht 3, Flasergneis) aber auch den Auekies (Schicht 2), dessen Kornverteilung durch den größeren Durchmesser der Kernbohrung besser als in den vorangehend durchgeführten Kleinrammbohrungen abgebildet wird.

In folgender Tabelle 2.2-1 sind die angetroffenen Schichten zusammengestellt. Dabei wurden die Erkundungserbnisse unseres Baugrundgutachtens vom 31.12.2014 [U 1] mit berücksichtigt.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lage-rungsdichte
0	Oberboden	0,2 – 0,3	Sand, schluffig, kiesig, humos, lokal Steine / dunkelbraun	locker
1	Lehmig-sandige Deckschicht[1]	0,5 – 1,2	Fein- Mittelsand, schluf-fig; Schluff, fein-mittel-sandig, kiesig,steinig / braun-rotbraun	locker – dicht / weich – steif
2	Auesand- und kies	4,5 – 5,3	Kies, stark sandig, stei-nig, mit Blöcken, schwach schluffig / grau-braun, teilweise organi-sche Beimengungen	locker – sehr dicht
3a	Flasergneis, zer-setzt[1]	0,5	Sand, kiesig, steinig, grau	mitteldicht
3b	Flasergneis, voll-ständig bis stark verwittert	1,7 – 4,6	Gneis / beige, hellbraun, grau, rostfarben	-
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	Schicht-UK nicht erbohrt	Gneis / grau, orange, rostfarben	-

1) nicht in allen Bohrungen erkundet

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte [U 1].

Die folgenden näheren Beschreibungen der Schicht 0 und Schicht 1 decken sich mit unserer Baugrundgutbeurteilung [U 1] vom 31.12.2014. Die Beschreibungen der Schicht 2, 3a und 3b wurden aufgrund der neuen Erkenntnisse angepasst bzw. ergänzt.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Sondierungen mit der leichten Rammsonde (Fallgewicht 10 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm^2) sowie Schwere Rammsondierungen (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm^2) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.

Unterhalb des Grundwasserspiegels werden insbesondere bei grobkörnigen Böden trotz gleicher Lagerungsdichte geringere Eindringwiderstände gemessen. Bei den bindigen Böden ist zudem die Lagerungsstörung beim Rammvorgang zu berücksichtigen, die eine geringere Konsistenz vortäuscht als der ungestörte Boden tatsächlich aufweist. In diesem Fall ist die Konsistenz aus der Bohrgutansprache zuverlässiger, auch wenn diese zwangsläufig ebenfalls gestört ist. Dies wurde bei der Angabe der Lagerungsdichte und Konsistenz berücksichtigt. Weiterhin werden die Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen berücksichtigt.

Schicht 0 – Oberboden: Bei dem Oberboden handelt es ich um einen schluffigen, kiesigen, humosen Sand. Es konnte kein Kalkgehalt nachgewiesen werden und der Boden weist eine dunkelbraune Farbe auf. Im Bereich der Hochwasserentlastung ist der Oberboden teilweise durch Steinplatten ersetzt.

Schicht 1 - Lehmig-sandige Deckschicht: In allen Erkundungsbohrungen wurden unter dem Oberboden die lehmig-sandigen Deckschichten der diluvialen Aufschüttungen erkundet. Bei diesem Material handelt es sich zum einen um einen schluffigen Fein- bis Mittelsand und zum anderen um einen kiesigen, fein- bis mittelsandigen Schluff. Das erdfeuchte Sediment ist kalkfrei und braun bis ockerfarben.

Mit der Schweren Rammsonde wurden Schlagzahlen N_{10} zwischen 1 und 19 ermittelt. Bei den Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2 wurde für die Schicht 1 vorwiegend eine lockere Lagerung ermittelt. Lediglich bei der Rammsondierung DPH 3 wurden in der Schicht 1 höhere Schlagzahlen ermittelt, die auf eine mitteldichte Lagerung hindeuten. Dies ist aber vermutlich auf ein in die Schicht eingelagertes Rammhindernis, beispielsweise in Form von Steinen, zurückzuführen.

Schicht 2 - Flusssand und –kies: Unterhalb der lehmig-sandigen Deckschicht befindet sich Flusssand und -kies in Form von schwach schluffigen, sandigen, steinigen Kiesen mit Blöcken. Bei den Blöcken, Steinen und Kiesen handelt es sich um gerundeten, teilweise um zerbrochenen, größtenteils unverwitterten bis angewitterten Gneis. Bei der Kernbohrung BK 1 lagen die Flusskiese an der Basis als Stein-Block-Kies-Gemisch in einer Mächtigkeit von 1,3 m vor. Das kalkfreie Sediment ist graubraun und erdfeucht.

Mit der Schweren Rammsonde wurden bis zur erreichten Tiefe Schlagzahlen N_{10} zwischen 2 und 40 ermittelt. Die Lagerungsdichte kann demzufolge als locker bis sehr dicht angenommen werden. Die teilweise lockeren bis mitteldichten Bereiche werden beim Rammvorgang immer wieder durch Rammhindernisse gestört. Bei den Hindernissen handelt sich um einzelne, gröbere Kiese.

Schicht 3 – Flasergneis: Der Flasergneis wurde früher auch als Renchgneis bezeichnet. Es handelt sich um einen massigen Paragneis, der aus marinen Sedimente entstanden ist. Der Flasergneis besteht aus mittelkörnigem Plagioklas, Kalifeldspat, Quarz und Biotit. Durch teilweise Aufschmelzung weist er teilweise granitähnliche Zusammensetzung auf. Bei dem Flasergneis liegt teilweise Flaser- und Bänderstruktur vor.

Schicht 3a – zersetzter Flasergneis: Bei BK 3 liegt der Flasergneis in 6,5 m bis 7 m Tiefe u. GOK zu einem steinigen, kiesigen Sand zersetzt vor. Der Gneis zerfällt bei geringem, händisch ausgeführten Druck zu Sand. Es liegt keine Kornbindung vor. Der zersetzte Gneis wird daher als Lockerboden eingestuft. Es handelt sich um einen kiesigen, steinigen Sand, der eine mitteldichte Lagerung aufweist.

Schicht 3b – vollständig bis stark verwitterter Flasergneis: Der vollständig bis stark verwitterte Gneis liegt kleinstückig bis stückig zerbrochen vor. Bei BK 1 wurden lokal auch Tonlagen in dem Gneis beobachtet. Es liegt schwache bis gute Kornbindung gemäß DIN EN ISO 14689 vor. Die Druckfestigkeit wird nach DIN EN ISO 14689 zu R1 bis R4 abgeschätzt. Die Verwitterung wird nach DIN EN ISO 14689 zu W3-W2 eingestuft. Die vollständige bis starke Verwitterung liegt im Bereich der oberen 2 m bis 4 m des Flasergneises vor.

Schicht 3c – schwach verwitterter bis frische Flasergneis: Der schwach verwitterte bis frisch Gneis weist eine eng- bis weitständige Klüftung auf. Die Bohrkerne lagen mittel bis grobstückig vor. Es liegt gute bis sehr gute Kornbindung gemäß DIN EN ISO 14689 vor. Die Druckfestigkeit wird nach DIN EN ISO 14689 zu R2 bis R4, in Teibereichen bis max. R5 abgeschätzt. Die Verwitterung wird nach DIN EN ISO 14689 zu W0-W1 eingestuft. Gegenüber dem vollständig bis stark verwitterter Flasergneis liegt ein deutlich größerer Kluftabstand vor.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Der natürliche Vorfluter für das Untersuchungsgebiet ist die 93 km lange Kinzig. Diese entspringt auf der Gemarkung der Gemeinde Loßburg im Landkreis Freudenstadt. Der größte Teil ihres Laufes liegt im Ortenaukreises. Bei Kehl mündet sie in den Rhein.

Bei den Erkundungsarbeiten wurden bei den Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen im Bereich der Auesande und Auekiese nasses Bohrgut angetroffen. Die während der Erkundung angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser eingemessen	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m NHN]
BS 1	08.10.2018	221,0	1,0	220,0
BS 2	08.10.2018	221,1	0,7	220,4
BS 3	08.10.2018	220,58	-[1)]	-[1)]
BK 1	16.10.2018	221,78	1,25	220,53
BK 2	16.10.2018	220,28	1,60	218,68
BK 3	15.10.2018	220,55	1,67	218,88

[1)] Aufgrund des instabilen Bohrloches war der Grundwasserstand nicht einmessbar

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Es ist von einem mittleren Grundwasserflurabstand von 0,7 bis ca. 1 m u. GOK auszugehen. Der Grundwasserstand dürfte mit dem Wasserstand der Kinzig korrelieren. Im Oktober 2018 muss aufgrund der trockenen Witterung im vorgegangenen Sommer und Herbst von einem sehr niedrigen Wasserstand der Kinzig bzw. des Grundwassers ausgegangen werden.

Im den Auesand und Auekies (Schicht 2) ist ein ergiebiger Grundwasserleiter ausgebildet. In dem Flasergneis dürfte ein Kluftgrundwasserleiter ausgebildet sein. Aufgrund der bei den Kernbohrungen festgestellten Klüftung des frischen bis mäßig verwitterten Flasergneises (Schicht 3c) kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Flasergneis, wie in der geologische Karte [U 2] bzw. in unserem Bericht vom 31.12.2014 [U 1] beschrieben, als Grundwasserstauer ausgebildet ist. Im stark verwitterten Flasergneis (Schicht 3b) liegt eine gegenüber der Schicht 3c stärkere Klüftung und damit eine schwache bis starke Durchlässigkeit vor. Unabhängig von den eingeschätzten Durchlässigkeiten kann beim Antreffen einer Kluft im Flasergneis in Abhängigkeit der Kluftöffnungsweite ein mehr oder minder starker Wasserzustrom auftreten.

Der **Bauwasserstand** wird mit dem Oberwasserstand gleichgesetzt, welche in der Planung vom Dezember 2017 mit 220,9 mNHN angegeben wurde (siehe [U 7] und [U 8]).

Aufgrund des unmittelbar angrenzenden Gewässers (Kinzig) sind für die Bemessung des Bauwerks auch Hochwasserereignisse zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, für den Endzustand das 100-jährige (HQ_{100}) Hochwasser zu berücksichtigen. Nach Angaben der Hochwasserrisikokarte in [U 4] ist dabei von folgendem Wasserstand auszugehen:

Bemessungswasserstand HQ_{100} = 223,2 m NHN.

In [U 4] ist ein HQ_{10} = 222,7m NHN angegeben. Bei Hochwassersituationen ist mit einer Flutung der Baugruben zu rechnen.

In [U 6] von 2014 ist das 100-jährige Hochwasserereignisses (HQ_{100}) in Abhängigkeit von Ober- und Unterwasser auf 222,6 mNHN und 222,7 mNHN angegeben. Dies wurde in unserem Bericht P4085 aus dem Jahr 2014 [U 1] auch so übernommen. Entsprechend dem aktuellen HQ_{100} aus der Hochwasserrisikokarte [U 4] ergibt sich ein um 0,5 m höherer Bemessungswasserstand.

In dem Untersuchungsgebiet befinden sich keine ausgewiesenen Wasserschutzgebiete.

Die Durchlässigkeiten können als Bandbreite gemäß Tabelle 2.3-1 angesetzt werden.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich[1)]
1	lehmig-sandige Deckschicht	5×10^{-3} bis 5×10^{-5}	stark durchlässig bis durchlässig
2	Flusssand- und Kies	1×10^{-2} bis 1×10^{-5}	stark durchlässig bis durchlässig
3a	Flasergneis, zersetzt	1×10^{-3} bis 1×10^{-6}	stark durchlässig bis durchlässig
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	5×10^{-4} bis 1×10^{-7}	stark durchlässig bis schwach durchlässig
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	5×10^{-5} bis 1×10^{-8}	durchlässig bis schwach durchlässig

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeiten

Gemäß der Untersuchung der Wasserprobe WP 1 aus der Kernbohrung KB 2 ist das Grundwasser nach DIN 4030 Wässer **nicht betonangreifend** (siehe auch Anlage 7.3). Aufgrund des Untersuchung der Grundwasserprobe WP 1 Stahlaggressivität ist von einer **sehr geringen Mulden- und Lochkorrosion und Flächenkorrosion an** unlegierten Stählen auszugehen (siehe Anlage 7.3).

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden folgende Laborversuche an ausgewählten Boden- und Felsproben ausgeführt:

- Bestimmung der Wassergehalte nach DIN 18 121 (Anlage 5.1)
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 (Anlage 5.2)
- Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach DIN 18 123 (Anlage 5.3)
- Bestimmung der Schleifwirkung von Gestein (Anlage 5.4)
- Bestimmung der Abrasivität an Lockerböden (Anlage 5.5)
- Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit am Festgestein (Anlage 5.6)

Die Ergebnisse der Laborversuche wurden bei der Festlegung der in diesem Gutachten angegebenen Schichtbeschreibungen und der Bodenkennwerte berücksichtigt. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 übersichtlich zusammengestellt.

Nachfolgende Tabelle 2.4-1 gibt eine Übersicht über die ermittelten Wassergehalte.

Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	Schicht	w [%]
BS 1	0,0 - 0,95	S, u	1	16,13
BS 1	0,95 - 1,4	S, u', g', o	2	24,80
BS 2	0,0 - 0,7	S, u	1	17,69
BS 3	0,0 - 0,5	S, u	1	21,62
BS 3	0,5 - 1,2	T, u*, s*, g'	1	18,65

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Wassergehaltsuntersuchungen

Der im Labor bestimmte natürliche Wassergehalt des bindigen Bodens der Schicht 1 liegt mit < 20% im Normalbereich. Der erhöhte Wassergehalt in der BS 1 (0,95 - 1,4 m) von 24,8 % ist auf die erhöhten Organikanteil zurückzuführen.

In nachfolgender Tabelle 2.4-2 sind die Ergebnisse der Korngrößenzusammensetzungen zusammengefasst.

Bohrung	Tiefe [m]	Schicht	Feinkornanteil [1)] [Gew.-%]	Bodenart nach DIN 4022	Bodengruppe DIN 18 196
BS 1	0,0 - 0,95	1	ca. 18	S, u	SU*
BS 2	0,0 - 0,7	1	24	S, u	SU*
BS 3	0,0 - 0,5	1	17	S, u	SU*
BS 3	0,5 - 1,2	1	60	T, u*, s*, g'	TL
BS1, BS2, BS3;	1,4 - 3,9 0,7 - 3,5 1,2 - 1,8	2	4	G, s	SW

Tabelle 2.4-2: Charakteristische Ergebnisse der Sieb- und Schlämmanalyse

Die in der BS 3 entnommene Bodenprobe ist nach den Plastizitätsuntersuchungen als ein stark sandiger, schwach schluffiger Ton mit leicht plastischen Eigenschaften anzusprechen (TL).

In nachfolgender Tabelle 2.4-3 sind die Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchungen zusammengefasst.

Bohrung	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w [%]	w_L [%]	w_P [%]	I_P [%]	I_c [%]	Bodengruppe
BS 3	0,5 - 1,2	1	T, u*, s*, g'	18,6	33,9	21,7	12,2	0,83	TL

w = Wassergehalt, w_L = Fließgrenze, w_P = Ausrollgrenze, I_P = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl

Tabelle 2.4-3: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung

Gemäß der durchgeführten Wassergehalts- und Konsistenzbestimmungen handelt es sich bei den lehmigen Deckschichten in der BS 3 um einen steifen, stark schluffigen, stark sandigen, schwach kiesigen Ton, mit leicht plastischen Eigenschaften (TL).

Zur Ermittlung der Festigkeits- und Verformungseigenschaften der Flasergneise wurden an 3 Bohrkernen **einaxiale Druckversuche** ausgeführt. Die Zusammenstellung der einaxialen Druckversuche ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Prüfberichte sind in Anlage 5 beigefügt.

Probe [-]	Schicht	Tiefe [m]	Gestein [-]	Verwitterungsgrad	Rohdichte [kg/m³]	Druckfestigkeit [MN/m²]
BK 1/K3	3c	10,6-10,8	Mem	W0 – W1	2.553	43,9
BK 2/K1	3c	11,7-11,9	Mem	W0	2.542	20,4
BK 3/K4	3c	10,2-10,7	Mem	W0-W1	2.602	15,1

Tabelle 2.4-4: Ergebnisse der einaxialen Druckversuche

Die einaxiale Druckfestigkeit der untersuchten Proben aus der Schicht 3c (Flasergneis, mäßig verwittert bis frisch) liegen zwischen 15 und 44 MN/m². Der Bereich stimmt mit den Einschätzungen der einaxialen Druckfestigkeit an den Bohrkernen vor Ort überein. Die vor Ort bestimmte mäßig schwache bis hohe Druckfestigkeit wird durch die Untersuchung bestätigt.

Zur Bestimmung der Abrasivität der Gesteine wurden Versuche nach NF P 94-430-1 durchgeführt. In Tabelle 2.4-5 sind die Ergebnisse dargestellt.

Bohrung	Schicht	Gestein	Tiefe [m]	Einstufung
BK 1	2	Gneisgeröll	6,0-6,5	sehr abrasiv
BK 2	3b	Gneis	10,3-10,65	abrasiv

Tabelle 2.4-5: Ergebnisse CAI Versuche

Die Gneise (Schicht 3) und Gneisgerölle an der Basis der Schicht 2 sind als abrasiv bis sehr abrasiv einzustufen. Es ist mit einem hohen bis sehr hohen Verschleiß in den beiden Schichten zu rechnen.

Zur Bestimmung der Abrasivität der Lockerböden wurden Versuche nach NF P 18-579 durchgeführt. In Tabelle 2.4-6 sind die Ergebnisse dargestellt.

Bohrung	Schicht	Tiefe [m]	Abrieb A_{BR} [g/t]	Brechbarkeit B_R [%]	Einstufung
BK 2	2	0,4 – 6,1	1.318	54	extrem abrasiv
BK 3	2	2,0 – 4,0	1.197	45	sehr abrasiv

Tabelle 2.4-6: Ergebnisse Bestimmung Abrasivität nach NF P 18-579

Die Auekies weist eine hohe bis extrem hohe Abrasivität auf. Der Verschleiß liegt dementsprechend hoch bis extrem hoch.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Entfällt; es wurden keine umwelttechnischen Untersuchungen ausgeführt.

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN EN 1998-1/NA liegt das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** und der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Untergrund). Das Projektgebiet ist in die Baugrundklasse C (unverwitterte Festgesteine) einzugruppieren.

Nachdem die Örtlichkeit im Grenzbereich von Frosteinwirkungszone I und II nach RSTO-12 und Ril 836.4101A04 liegt, gilt es die **Frosteinwirkungszone II** anzuwenden.

Aus den freizugänglichen Quellen [U 7] ist abzuleiten, dass im Untersuchungsgebiet bisher keine **Schutzgebiete** (Trinkwasserschutzgebiet, Naturschutz, Landschaftsschutz, FFH o.a.) ausgewiesen wurden.

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen u.a. aus Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht-Nr.	Bodenart[6)]	Klassifizierung nach DIN		Frostempfindlichkeit[2)]	Verdichtbarkeit[3)]
		18 196	18 300[1)]		
1	lehmig-sandige Deckschicht	SU*, TL, UL	4, 2[4)]	F3	V3
2	Flusssand- und Kies	SW, GW, GU	3, 6-7[5)]	F1 / F2	V1
3a	Flasergneis, zersetzt	SW, SU, GW, GU	3 – 6[5)]	F1 / F2	V 1
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	Fels	6	-	-
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	Fels	7	-	-

1) gemäß DIN 18 300:2012-09
2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F2gering bis mittel frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).
3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar V3 = schwer verdichtbar.
4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
5) Bodenklasse 5, 6 und 7 bei entsprechendem Steinanteil und Schutt
6) Bezeichnung nach DIN 4023

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 3xx (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap. 3.4 Homogenbereiche vorgenommen.

Die **Rammbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Flusskiesen (Schicht 2) muss wegen Steinen und Blöcken mit schwerer Rammfähigkeit oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Die Gneise sind nicht rammbar. Bei schwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) ist die Rammbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass Auflockerungsbohrungen im Bereich der Flusskiese (Schicht 2) und Austauschbohrungen (Schicht 3) erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Boden	Rammbarkeit[1)]
1	lehmig-sandige Deckschicht	mittelschwer [1)]
2	Flusssand- und Kies	schwer [1)] – nicht rammbar [2)]
3a	Flasergneis, zersetzt	mittelschwer [1)] – nicht rammbar [2]
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	nicht rammbar (Vorbohren erforderlich) [2)]
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	nicht rammbar (Vorbohren erforderlich) [2)]

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle vorhanden

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden (z.B. der Decklehm, Schicht 1) können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt.“ Unter

Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ 1) [MN/m²]
1	lehmig-sandige Deckschicht	18	10	27,5	2,5	15 - 30	8 - 12
2	Flusssand- und Kies	19	11	32,5	0	0	30 - 50
3a	Flasergneis, zersetzt	20	12	35	0	0	40 - 80

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{S,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Felsmechanische Kennwerte

Für das im Baufeld anstehende Festgestein lassen sich die folgenden charakteristischen Kennwerte angeben.

Schicht-Nr.	Felsart	Wichte feuchtes Gebirge γ_k [kN/m³]	Reibungs-Winkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m²]	Einax. Druckfestigkeit Gestein $\sigma_{c,k}$ [MN/m²]	E-Modul Gebirge E_k [MN/m²]
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	24	35 1)	≥ 0 1)	5 – 20	800 – 2.000
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	25	40 1)	≥ 0 1)	15 - 60	2.000 – 5.000

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen

Tabelle 3.3-1: Charakteristische felsmechanische Kennwerte

3.4 Homogenbereiche

3.4.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 5, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn Sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wurde immer dann unterstellt, wenn es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wurde keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung in solchen Fällen über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln. Chemische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt, sodass diese Eigenschaften bi der Einteilung der Homogenbereiche nicht berücksichtigt wurden.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Für bauzeitliche Überprüfungen sind Versuche nach den in der Tabelle 3.4-1 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689-1
	natürliche Dichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c‘	DIN 18 137
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizität I_P	DIN 18 122-1
	Konsistenz I_C	DIN 18 122-1
	bezogene Lagerungsdichte I_D	DIN 18 126 in Verbindung mit Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2
	organischer Anteil v_{gl}	DIN 18 128
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579
Felsmechanik	Dichte	DIN EN ISO 17 892-2
	Verwitterung und Veränderungen/Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14 689-1
	einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18 141-1
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	DIN EN ISO 14 689-1
	Abrasivität	CAI-Test nach NF P 94-430-1

Tabelle 3.4-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

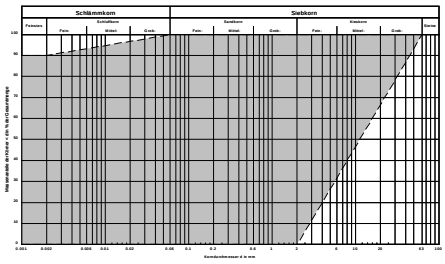
3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer (ca. 10 – 30 to) ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und nicht vor Ort wieder eingebaut und verdichtet

wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche nur das Lösen und nicht den Wiedereinbau und die Verdichtung.

Sollte ein Wiedereinbau vorgesehen werden, sind u. U. weitere Homogenbereiche die die Wiedereinbaubarkeit berücksichtigen auszuweisen.

In der nachfolgenden Tabelle 3.4-2 und der Tabelle 3.4-3 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub maximal bis in eine Tiefe von 217 m NHN erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Erd-A
Schicht Nr.	1, 2, 3a
ortsübliche Bezeichnung	Decklehm, Flusssand, Flusskies, zersetzter Flasergneis
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 60 < 40 <20
natürliche Dichte [g/cm³]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	≤ 250
Wassergehalt w_n [%]	5 - 40
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	5 % - 40 %/ leicht plastisch - ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 – 1,5/ breiig – halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 0,85/ locker – dicht
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung[1)]	nicht organisch - organisch

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-A
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.4-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-B
Schicht Nr.	3b, 3c
ortsübliche Bezeichnung	Flasergneis, Renchgneis
Benennung von Fels	Gneis
Dichte [g/cm³]	2,0 – 2,6
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	frisch - verfärbt nicht veränderlich bis veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	1 – 120, im Einzelfall bis max. 250
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: 0 - °360 Fallwinkel: 0 – 90° Trennflächenabstand: 10 – 300 mm Vielflächiger Gesteinskörper [1)]

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689-1

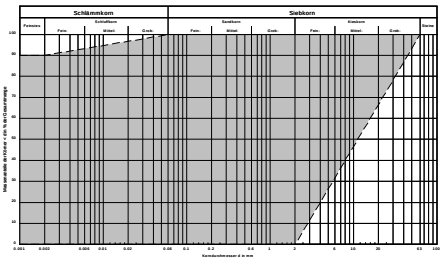
Tabelle 3.4-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten im Festgestein

Ausweislich der vorliegenden Planung wird nicht bzw. nur in geringem Umfang im Bereich der Schichten 3b und 3c Aushub erfolgen. Für das Lösen der Schichten 3b und 3c sind Meiselarbeiten oder andere Verfahren wir z.B. Felsfräse einzuplanen. Die einaxiale Druckfestigkeit der Gneisse der Schichten 3b und 3c liegt überwiegend im Bereich bis 120 MN/m². Nur in kleinen Teilbereichen ist mit höheren Druckfestigkeiten zu rechnen, die im Einzelfall max. 250 MN/m² betragen könne.

3.4.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für Bohrarbeiten für die Austauschbohrungen und eine eventuell erforderliche Rückverankerung der geplanten Spundwand können für die Bohrarbeiten die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-4 und Tabelle 3.4-5 verwendet

werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Austauschbohrungen durch Großbohrgeräte und die ggf. erforderlichen Ankerbohrungen durch Laffettenbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Bohr-A
Schicht Nr.	1, 2, 3a
ortsübliche Bezeichnung	Decklehm, Flusssand, Flusskies, zersetzter Flasergneis
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 60 < 40 <20
Kohäsion c‘ [kN/m²]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	≤ 250
Wassergehalt w_n [%]	5 - 40
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	5 % - 40 %/ leicht plastisch - ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 – 1,5/ breiig – halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 0,85/ locker – dicht
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung[3)]	100 – 2.000/kaum abrasiv bis extrem abrasiv
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke
3) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.4-4: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-B
Schicht Nr.	3b, 3c
ortsübliche Bezeichnung	Flasergneis, Renchgneis
Benennung von Fels	Gneis
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	frisch - verfärbt nicht veränderlich bis veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	1 - 250
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: 0 - °360 Fallwinkel: 0 – 90° Trennflächenabstand: 10 – 300 mm Vielflächiger Gesteinskörper 1)
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung2)	0,3 – 0,6/kaum abrasiv – extrem abrasiv

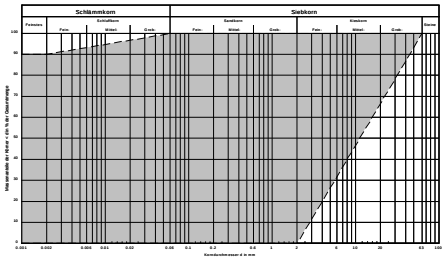
1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689-1
2) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.4-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

Bei Festgestein ab einer einaxialen Druckfestigkeit von 120 MN/m² sind nach DIN 18 301, Abs. 0.2.23 die erforderlichen zusätzlichen Maßnahmen zum Bohren anzugeben. Hierfür ist i.d.R. ein zusätzlicher Homogenbereich auszuweisen und es sind die Zusatzmaßnahmen (z.B. kleinkalibriges vorbohren, Meißeln, Kernbohrrohr mit Rollenmeißeln (bis 250 MN/m² und D= 800 - 1.400 mm), Imlochhammer (bis D = 800 mm), Sprengen) anzugeben und auszuschreiben.

3.4.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-6 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei gilt für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbär oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers (z.B. bei gleisgebundenen Arbeiten an ein 2-Wege-Gerät) sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen. Der verwitterte bis frische Flasergneis wird als nicht rammbar eingestuft siehe hierzu Tabelle 3.1-2 in Kapitel 3.1.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-A
Schicht Nr.	1, 2, 3a
ortsübliche Bezeichnung	Decklehm, Flusssand, Flusskies, zersetzter Flasergneis
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 60 < 40 <20
Wassergehalt w_n [%]	1,6 – 2,3
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	5 % - 40 %/ leicht plastisch - ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 – 1,5/ breiig – halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 0,85/ locker – dicht
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*

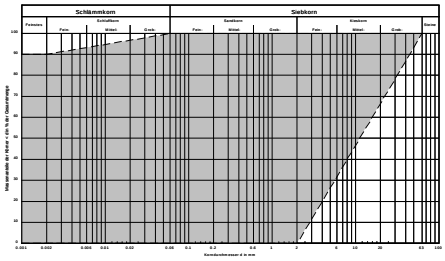
1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.4-6: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden

Die Schichten 3b und 3c sind als nicht rammbar einzustufen, weshalb für diese Schichten keine Homogenbereiche für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten ausgewiesen werden.

3.4.5 DIN 18 311 Nassbaggerarbeiten

Für Nassbaggerarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-7 und Tabelle 3.4-8 verwendet werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Nass-A
Schicht Nr.	1, 2, 3a
ortsübliche Bezeichnung	Decklehm, Flussand, Flusskies, zersetzter Flasergneis
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 60 < 40 <20
Wassergehalt w_n [%]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	≤ 250
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	5 % - 40 %/ leicht plastisch - ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 – 1,5/ breiig – halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 0,85/ locker – dicht
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung[1)]	nicht organisch
Benennung und Beschreibung organische Böden DIN EN ISO 14688	Im Bereich der Nassbaggerarbeiten kommen keine organische Böden vor.
Kalkgehalt v_{ca} DIN 18129	0 – 75 %
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.4-7: Homogenbereiche gemäß DIN 18 311 für Nassbaggerarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Nass-B
Schicht Nr.	3b, 3c

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Nass-B
ortsübliche Bezeichnung	Flasergneis, Renchgneis
Benennung von Fels	Gneis
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	1 - 250

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689-1

Tabelle 3.4-8: Homogenbereiche gemäß DIN 18 311 für Nassbaggerarbeiten im Festgestein

Ausweislich der vorliegenden Planung wird nicht bzw. nur in geringem Umfang im Bereich der Schichten 3b und 3c Aushub erfolgen. Für das Lösen der Schichten 3b und 3c sind Meiselarbeiten einzuplanen. Die einaxiale Druckfestigkeit der Gneisse der Schichten 3b und 3c liegt überwiegend im Bereich bis 120 MN/m². Nur in kleinen Teilbereichen ist mit höheren Druckfestigkeiten zu rechnen, die im Einzelfall max. 250 MN/m² betragen könne.

3.4.6 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschieben und ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	1
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 10 < 5 < 5

Tabelle 3.4-9: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung

Die Unterkante des Raugerinnes liegt im Bereich von 217 bis 219 mNHN. Entsprechend unserer Erkundung liegen in diesem Tiefenbereich die Flusskiese (Schicht 2) in einer Restmächtigkeit von ca. 2,5 bis 4,5 m vor. Darunter folgend die Flasergneise (Schicht 3).

Der Rechenreiniger gründet auf einer Höhe von ca. 218,5 mNHN. Die Ergebnisse unserer Erkundung (Bohrung BK 3) ergeben, dass in dieser Tiefe die Flusskiese (Schicht 2) in einer Restmächtigkeit von ca.4 m anstehen. Darunter stehen Flasergneise (Schicht 3) an. Beide Schichten werden als ausreichend tragfähig eingeschätzt, so dass eine Flachgründung ohne Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden kann.

4.2 Baugrube

Für das Bauvorhaben ist eine Baugrube erforderlich. Baugruben können nach DIN 4124 bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungeböscht und unverbaut) hergestellt werden. Ab Aushubtiefen > 1,25 m ist der obere Bereich nach gleicher Norm mit einer Regelneigung ≤ 45 ° abzuböschen oder teilweise zu verbauen. Beide Maßnahmen (Kopfböschung und teilweiser Verbau) sind bis zu einer Baugrubentiefe von 1,75 m zulässig.

Mit und ohne Sicherungen der Baugrube ist ein lastfreier Streifen ≥ 0,6 m an der Böschungsschulter einzuhalten. In Abhängigkeit unmittelbarer Einwirkungen aus Baumaschinen oder Vergleichbarem können lastfreie Streifen ≥ 2,0 m erforderlich werden.

Sind tiefere Baugruben notwendig, ist ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich. Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann auch eine geböschte Baugrube mit den in Tabelle 4.2-1 enthaltenen Böschungswinkeln hergestellt werden. Für Baugruben mit einer Tiefen von mehr als 5 m ist auf jeden Fall ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen (DIN 4124).

Bezeichnung	Schicht	Böschungswinkel β [°]
nichtbindige oder weiche bindige Böden	1, 2	≤ 45
mindestens steife bindige Böden	1	≤ 60
Flasergneis	3	≤ 80°

Tabelle 4.2-1: zulässige Böschungswinkel ohne Standsicherheitsnachweis oberhalb des Grundwasserspiegels unter Einhaltung der Bedingungen der DIN 4124.

Gemäß DIN 4124 sind bei geböschten Baugruben bei rolligen oder weichen bindigen Böden Böschungsneigungen von maximal 45° und bei bindigen mindestens steifen Böden Neigungen von 60° zugelassen. Auch bei diesen Böschungsneigungen sind lokale Ausbrüche nicht auszuschließen, ggf. ist flacher zu böschen. Die Voraussetzungen sind zudem die Wasserfreiheit der Böschung sowie ein Oberflächenschutz (Abdeckung).

Zudem ist die Gründungssituation des Bestands zu beachten. Neben bestehenden Fundamenten darf nicht unter der Gründungssohle der Bestandsfundamente ohne Sicherung geschachtet oder die Bestandsfundamente frei gelegt werden.

Für den Bereich des Raugerinnes, des Rechens im Gewerbekanal und des Fischabstieges/Spülrinne ist ein Spundwandverbau geplant. Die Baugruben für die Fischschutzanlage und die Abstiegsrinne werden ebenfalls mit einer Spundwand geplant. Der Zufluss von der Kinzig in den Gewerbekanal soll mit einem Erddamm unterbunden werden. Die seitliche Einfassung mit Spundwänden soll als Bestandteil des Bauwerkes verbleiten.

Auf die eingeschränkte Rammbarkeit des Baugrundes wird verwiesen (siehe Tabelle 3.1-2). Die Flusssande und Flusskies (Schicht 2) werden aufgrund des Anteiles an Steinen und Geröllen als schwer rammbar bis nicht rammbar eingestuft. Die Flasergneise (Schicht 3b und 3c) sind nicht rammbar.

Die Spundwände sollten in einigem Abstand zur herzustellenden Form des Raugerinnes eingebracht werden, damit sie bei der Herstellung des Raugerinnes durch den Erddruck in ihrer Form gehalten werden können. Der Abstand von Spundwand zum Raugerinne kann großzügig gewählt werden, da die Platzverhältnisse günstig sind. In Abhängigkeit des Abstandes der Spundwand vom Gerinne muss ggf. eine Abminderung des Erdwiderstands vor der Spundwand berücksichtigt werden.

Es ist zu beachten, dass der **Mutterboden** zunächst abgezogen und seitlich auf einer maximal 2,0 m hohen Miete gelagert wird. Es sind möglichst steile und mit einer Baggerschaufel profilierte Mieten herzustellen, damit das anfallende Niederschlagswasser gut ablaufen und Abschwemmungen der Mieten verhindert werden können. Laut DIN 18 197 sollten die Oberbodenmieten mit einer Zwischenbegrünung aus Lupine oder Klee angesät werden. Dies ist jedoch nur bei einer Lagerung von länger als 3 Monate notwendig, wenn die Ausbildung von Wildkräutern verhindert werden soll.

Da das Festgestein bzw. Flusskiese mit großem Anteil an Steinen und Blöcken oberflächennah angetroffen wurde, ist damit zu rechnen, dass der **Aushub** teilweise in der Bodenklasse 6 bzw. in Bodenklasse 7 nach DIN 18300 erfolgt. Der Gneis sowie die Blöcke und Steine der Flusskiese weisen eine sehr hohe Festigkeit und eine hohe Abrasivität auf. Erfahrungsgemäß ist das Lösen mit Baggertechnik oder Frästechnik für hochfeste und stark abrasive Gneise grenzwertig und mit sehr hohem Verschleiß verbunden bzw. nicht ausreichend, sodass auch Lockerungssprengungen in Erwägung gezogen werden müssen.

4.3 Grundwasserhaltung

Der Bauwasserstand wurde auf 220,9 mNHN festgelegt. Die tiefste Stelle bei der Herstellung des Raugerinnes liegt bei ca. 217 mNHN und somit 3,9 m unter dem Bauwasserstand.

Aufgrund der Nähe zur Kinzig und der stark durchlässigen Kiese der Schicht 2 ist eine Wasserhaltung für eine Baugrube, der Wasser aus den Flusskiesen (Schicht 2) zuströmt entweder technisch sehr aufwändig mit sehr hohen Förderraten bzw. nicht ausführbar sein.

Die Baugruben deren Sohle unter den Bauwasserstand reichen sollten daher wie geplant mit einem wasserdichten Verbau ausgeführt werden, der in die geringer durchlässigen Festgesteine der Schichten 3b und 3c einbindet. Auch Baugruben mit wasserdichtem Verbau, der in die Flasergneisse (Schicht 3b und 3c) einbindet, wird Grundwasser über die Baugrubensohle durch Klüfte des Flasergneises zuströmen. Auch bei einem wasserdichten Verbau, muss daher eine Wasserhaltung eingeplant werden.

Eine Grundwasserhaltung ist auf jeden Fall genehmigungspflichtig und muss bei der Unteren Wasserbehörde beantragt werden.

Hauptsächlich in weit gestuften Kiesen und Sanden (Schicht 1 und 2) mit Feinkornanteil kann Bodenentzug (**Suffosion**) bei einer Wasserhaltung auftreten. Suffosion ist abhängig von der Zusammensetzung des Bodens und der Menge sowie Fließgeschwindigkeit des Wassers im Boden. Bei der Suffosion werden Feinanteile durch den Fließdruck des Wassers durch den Porenraum und Klüfte transportiert und aus dem Boden ausgeschwemmt. Durch den Vorgang verringert sich die Dichte des Bodens und die Porosität und Durchlässigkeit nehmen zu. Infolge der Schwächung der Struktur des Bodens kann es zu Setzungen, Sackungen und rückschreitender Erosion kommen.

Für den Eingriff in Oberflächengewässer ist nach §8 des Wasserhaushaltsgesetzes eine Wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung erforderlich.

4.4 Nachbarbebauung

Bei der Herstellung der Spülrinne ist die querende Hochdruckgasleitung zu beachten. Die Vorgaben des Leitungsträgers sind bei Arbeiten im Umfeld der Hochdruckgasleitung zu beachten.

Im Süden grenzt die Baumaßnahme an den Damm der Schwarzwaldbahn an. Bei der Schwarzwaldbahn handelt es sich um eine zweigleisige elektrifizierte Strecke. Südlich der Strecke verläuft die Bundesstraße B33.

Nördlich, östlich und westlich liegt die nächste Bebauung in einem Abstand von mindestens 70 m vor.

Generell muss die Standsicherheit der vorhandenen Böschung und der bauzeitlich herzustellenden Böschungen in Richtung der bestehenden Anlagen zu jeder Zeit gewährleistet sein, damit es zu keinen Ausspülungen am Obergraben oder anderen negativen Beeinflussungen von Bestandsanlagen kommt.

Grundsätzlich ist die DIN 4123 und DIN 4124 in Bezug auf Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen zu beachten.

4.5 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung der Komplexität des Baugrubenverbaues und der erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen wird das Bauwerk in die geotechnische Kategorie 2 nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.

5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Gründung

Der Rechenreiniger kann mittels Fundamenten oder einer tragenden Bodenplatte in den Flusskiesen (Schicht 2) gegründet werden. Die Auswahl zwischen den beiden vorgenannten Gründungsalternativen kann entsprechend der Wirtschaftlichkeit erfolgen.

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für eine Flachgründung des Rechenreinigers in den Flusskiesen Schicht 2 können der folgenden Tabelle 5.1-1 entnommen werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	**Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] b bzw. b'**					
[m]	**0,5 m**	**1,0 m**	**1,5 m**	**2,0 m**	**2,5 m**	**3,0 m**
0,5	100	135	170	200	230	260
1,0	175	210	245	280	310	345
1,5	245	280	320	355	390	400
2,0	315	355	395	430	525	635

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

Tabelle 5.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente in Schicht 2 auf Gründungspolster unter Berücksichtigung von Grundwasser

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 3.2-1. Es wurde von einem

Horizontallastanteil H/V ≤ 0,2 und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen.

Die Gründung ist in frostfreier Tiefe mindestens 1,0 m unter Geländeoberfläche vorzusehen.

Für die Sohlplatte auf dem wie oben beschrieben hergestellten Gründungsplanum kann für die statische Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren für **Vorentwurfszwecke** ein Bettungsmodul von $k_{s,k}$ = 25 MN/m^3 angesetzt werden. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern maßgeblich von der Größe der Lastfläche, der Belastung und der Laststellung abhängig. Daher stellt der angegebene Bettungsmodul lediglich einen Schätzwert dar und ist im Zuge der Planung anhand von Setzungsberechnungen zu überprüfen. Im Bereich der Plattenränder darf der Bettungsmodul auf einem Randstreifen von 2 m mit dem 3-fachen Wert angesetzt werden. Im Bereich eines konzentrierten Lasteintrags (Einzelstützen, innenliegende Wände) darf der doppelte Bettungsmodul angesetzt werden.

5.2 Baugruben

Aufgrund des stark durchlässigen Flusskiese (Schicht 2) ist ein wasserdichter Baugrubenverbau mit einer Spundwand geplant. Es wird empfohlen, die Spundwand mindestens 1 m tief in die gering geklüftete Schicht 3c einzubinden, um den Wasserzustrom durch die stark geklüftete Schicht 3b zu unterbinden. Die Verfüllung der Austauschbohrungen, die für das Einbringen der Spundwand in Schicht 3b und 3c erforderlich werden, sollte dicht ausgeführt werden, um eine Wasserumläufigkeit im Bereich der Austauschbohrungen zu minieren.

Da in weiten Teilbereichen keine Bestandsbebauung im nahen Umfeld vorliegt, können in diesen Bereichen voraussichtlich Verformungen des Verbau zugelassen werden. Für diesen Fall kann der Verbau auf den aktiven Erddruck bemessen werden.

Bei einem verformungsarmer Verbau, der z.B. im Bereich der Hochdruckgasleitung und des Bahndammes der Schwarzwaldbahn erforderlich wird, sind die Steifen einer Aussteifung zumindest kraftschlüssig zu verkeilen oder die Verpressanker auf mindestens 80 % der charakteristischen Beanspruchung im Bauzustand vorzuspannen und festzulegen.

Für die Bemessung einer Rückverankerung des Baugrubenverbaues können die in der folgenden Tabelle 5.2-1 angegebenen charakteristischen Mantelreibungen der Baugrundschichten angesetzt werden.

Schicht	charakteristischer Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m²]
1 lehmig-sandige Deckschicht	80
2 Flusssand- und Kies	220
3a Flasergneis, zersetzt	200
3b Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	300
3c Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	400

1) mit doppeltem Nachverpressen

Tabelle 5.2-1: Charakteristische Mantelreibung für Verpressanker zur Vorbemessung

Die Tragfähigkeit von Ankern mit Verpressstrecken in den Auffüllungen ist mit Untersuchungsprüfungen festzulegen. Jeder Bauwerksanker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die Regelungen insbesondere des Normenhandbuchs EC 7, der DIN EN 1537 und der DIN SPEC 18 537 sind zu beachten.

Ein verformungsamer Verbau ist auf den erhöhten aktiven Erddruck ($0{,}5 \times e_a + 0{,}5 \times e_0$) zu bemessen. Die bodenmechanischen Rechenwerte für die Standsicherheitsberechnungen des Baugrubenverbaus können Tabelle 3.2-1 entnommen werden. Für die Bemessung einer Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände, Spundwände und Bohrpfahlwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 2/3\ \varphi_k'$ angesetzt werden, für Schlitzwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 1/2\ \varphi_k'$.

Beim Aushub ist zu beachten, dass feinkörnige Böden (Schicht 1) witterungsempfindlich und bei erhöhten Wassergehalten stark bewegungsempfindlich sind. Diese Böden können bei ungünstigen Witterungsbedingungen / Wassersättigung und mechanischer Beanspruchung aufweichen und sich verflüssigen. Der Boden ist dann nicht wieder einbaufähig und auch nicht mehr tragfähig. Dynamische Beanspruchungen dieser Böden sind zu vermeiden. Der Aushub muss rückschreitend erfolgen. Das Aushubgerät ist grundsätzlich mit einer Grabenschaufel (Baggerschaufel mit gerader Schneide) auszurüsten. Damit lässt sich die Aushubsohle weitgehend ohne Störung des Baugrundes herstellen. Die Baugrubensohlen dürfen nicht befahren werden und sind unverzüglich abzudecken bzw. zu überbauen, um die anstehenden Böden vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen und gegen ein rolliges, gut

verdichtbares, steinfreies Material, (Bodenklassen nach DIN 18 196: GW, SW, SI, GI oder Tragschichtmaterial, z. B. 0/45 gemäß ZTV SoB-StB) auszutauschen.

Die bindigen Böden der Schicht 1 sind überwiegend gut lösbar, aber schlecht verdichtungsfähig und frostempfindlich. Sie sind für einen Wiedereinbau ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung) i.d.R nicht geeignet, außer es können Sackungen (z.B. in Grünflächen) hingenommen werden.

Die Flusskiese (Schicht 2) sind überwiegend gut lösbar. Bereiche mit hohen Anteil von Steinen und Blöcken können beim Lösen einen erhöhten Aufwand erfordern. Die Flusskiese sind gering bis nicht frostempfindlich und, sofern diese nicht wassergesättigt vorliegen, verdichtungsfähig. Die Kiese können bei dem Bauvorhaben z.B. als Arbeitsraumverfüllung eingesetzt werden. In Abhängigkeit des Verwendungszweckes sind die in dem Flusskies enthaltenen Steine und Blöcke vor dem Wiedereinbau abzutrennen.

Die Flusskiese führen Steine und Blöcke, wodurch sich ein geologisch bedingter Mehraushub ergibt, da die Steine und Blöcke nur als Ganzes gelöst und ausgehoben werden können. Falls Gneis im Bereich der Baugrube ansteht, ergibt sich auch in diesem Bereich geologische bedingter Mehraushub, da der Gneis nur entlang der Klüftung gelöst werden kann. Für die Verfüllung des geologisch bedingten Mehraushubes sind Ausgleichsschichten aus Magerbeton oder ein Kies-Sand-Gemisch einzuplanen.

5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Einer Baugrube deren Sohle unterhalb des Bauwasserstandes liegt, wird Wasser über die Auekies (Schicht 2) und die Flasergneise (Schicht 3a bis 3c) zuströmen. Die Auekiese sind sehr stark durchlässig. Der vollständig bis stark verwitterte Flasergneis (Schicht 3a und 3b) weisen einen geringen Kluftabstand auf, weshalb von einer starken Durchlässigkeit in Schicht 3a und 3b ausgegangen werden muss. Es wird daher empfohlen, eine dichte Baugrube mittels einer Spundwand die in die Schicht 3c einbindet einzuplanen.

In den Spundwandkästen ist trotz der empfohlenen Einbindung in Schicht 3c mit einem Grundwasserzustrom über die Klüfte der Flasergneise in der Baugrubensohle und Umläufigkeit der Spundwanddielen zu rechnen.

Da der Grundwasserzustrom über einen Kluftgrundwasserleiter erfolgt, sind die anfallenden Wassermengen nur mit einer großen Ungenauigkeit zu prognostizieren. Auch durch weitere Untersuchungen wie z.B. dem Bau einer Grundwassermessstelle und Ausführung eines Pumpversuches kann die Durchlässigkeit des Untergrundes nicht deutlich genauer bestimmt werden, da die bei einem Pumpversuch bestimmte Durchlässigkeit vom zufälligen Erschließen von Klüften mittels einer Grundwassermessstelle abhängt.

Der Grundwasserzustrom über die Baugrubensohlen ist bei der weiteren Planung zu berücksichtigen. Zusätzlich zu der geplanten offenen Wasserhaltung ist ggf. ist ein Flächenfilter vorzusehen, mit dem das Wasser gefasst und schadlos abgeleitet werden kann. Für den Fall, dass eine Kluft angetroffen wird, die für die Abführung über einen Flächenfilter zu viel Wasser fördert, sind lokale Entspannungsbrunnen oder ein Verpressen der Kluft optional vorzusehen.

Alternativ zu der o.g. Wasserhaltung kann eine wasserdichten Baugrubensohle mittels einer Betonplatte ausgeführt werden. In diesem Fall ist nur das Schlosswasser der Spundwand aus der Baugrube zu fördern.

In Abhängigkeit der Klüftung der Schicht 3c ist bei der aktuellen Planung [U 7] und [U 8] mit mittleren bis hohem Grundwasserzustrom über die Baugrubensohle zu rechnen. Aufgrund der Lage nahe an der Kinzig liegt eine geringe Reichweite der Absenkung vor.

Die Grundwasserhaltung und das Einbringen von Baustoffen in das Grundwasser sind durch die Untere Wasserbehörde zu genehmigen. Die Wasserhaltung sollte anhand der angegebenen Kennwerte Tabelle 2.3-2 mit einem Sicherheitszuschlag von 50 % dimensioniert werden.

Für eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen sind die nachfolgend aufgeführten Wassereinwirkungsklassen anzusetzen.

Erdberührte Bauteile in einem Baugrund mit hoher Wasserdurchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) sind bei einem Mindestabstand von 50 cm zum Bemessungswasserspiegel gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser, Wassereinwirkungsklasse W1.1-E gemäß DIN 18 533, abzudichten.

Alle Bauteile mit einer Grundwassereinwirkung von bis zu 3 m, sind in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E gemäß DIN 18 533 einzuordnen. Alle anderen Bauteile, auf die ein (Stau-)Wasserdruck von mehr als 3 m wirken kann, sind entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Für erdüberschüttete Decken, die mindestens 30 cm über dem Bemessungswasserstand liegen, ist die Wassereinwirkungsklasse W3-E anzusetzen.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und ihrer Beseitigung, inkl. das Fassen und geordnete Ableiten von anfallenden Sickerwässern ist gemäß DIN 18 299 als Nebenleistung anzusehen.

5.4 Sonstige Empfehlungen

Vor Herstellung der Gründungselemente ist der anstehende Baugrund und die Gründungssohle gemäß Normenhandbuch EC 7-1, Abs.4.3.1 (1)P durch uns zu kontrollieren und abzunehmen.

Für die angrenzende bestehende Bahnlinie und für die im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme empfohlen.

Die Grundwasserhaltung und das Einbringen von Baustoffen in den Untergrund muss von der zuständigen Unteren Wasserbehörde genehmigt werden.

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

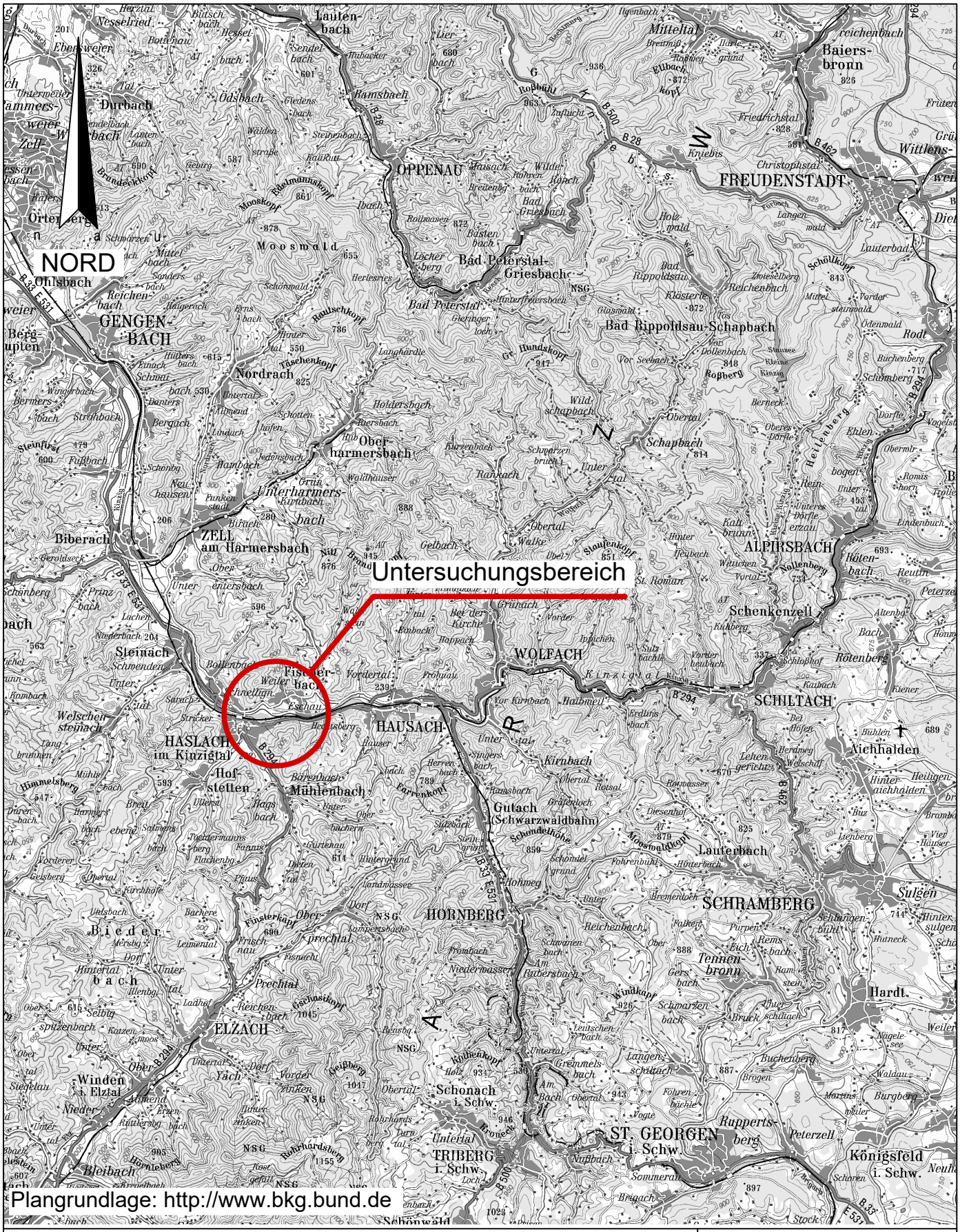
(gezeichnet) i.A.

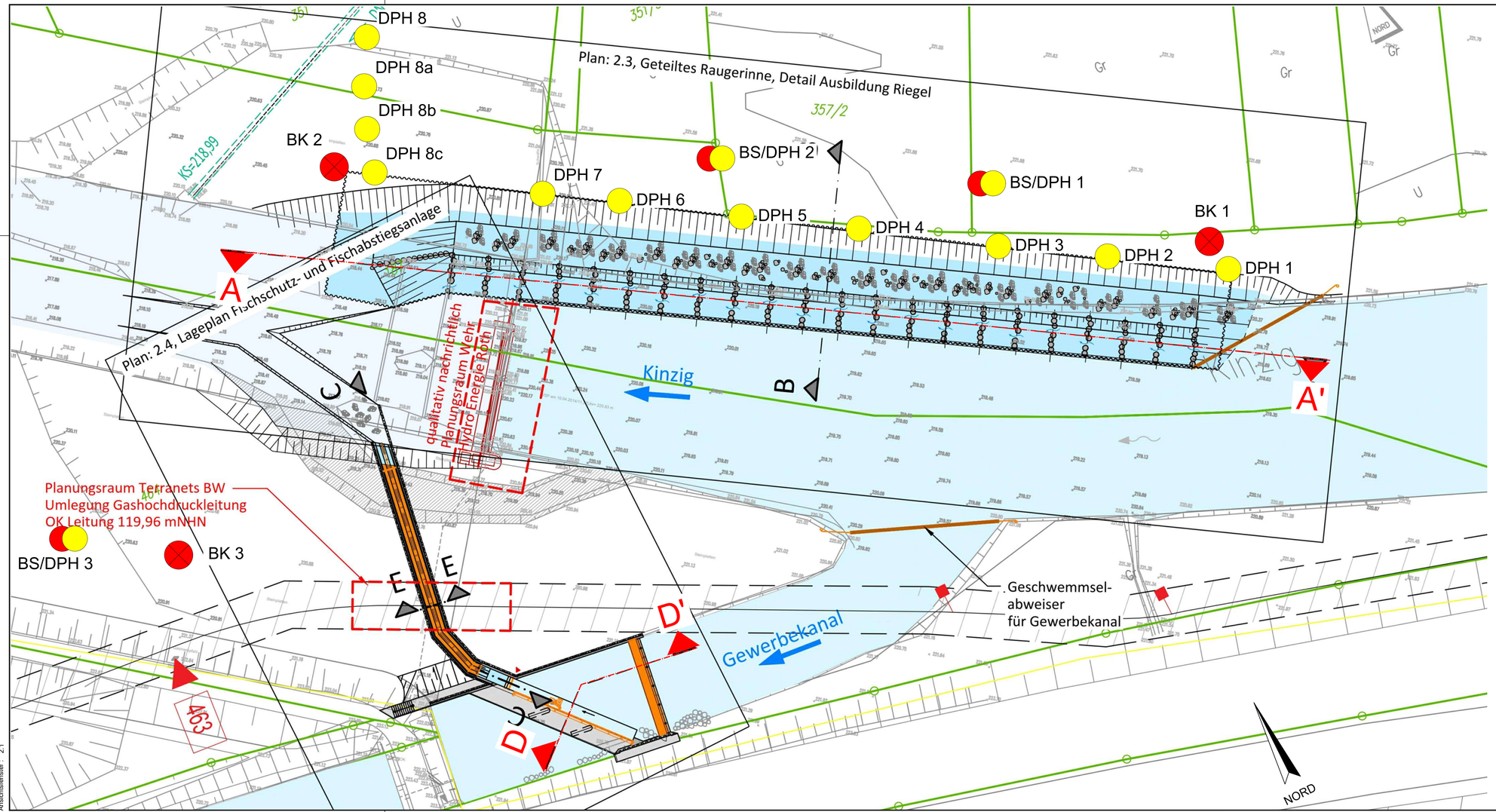
Dipl.-Ing. Christian Spang
(Geschäftsführer)

Peter Kordeuter
(Projektleiter)

Verteiler:

- DB Netz AG, Frau Tanja Schweinfurth, Karlsruhe, 3 x, davon 1 x vorab per Mail an <Tanja.Schweinfurth@deutschebahn.com>
- Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Herrn Malte Hoffmann, Aachen, 1 x per E-Mail an <malte.hoffmann@floecksmuehle-fwt.de>
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x
- Dr. Spang GmbH, Esslingen, 1 x


NORD
Untersuchungsbereich
Plangrundlage: http://www.bkg.bund.de
OPPENAU
FREUDENSTADT
Bad. Peterstal-Griesbach
Bad Rippoldsau-Schapbach
GENGENBACH
Nordrach
Oberharmersbach
Unterharmersbach
ZELL am Harmersbach
ALPIRSBACH
Schenkenzell
WOLFACH
SCHILTACH
HAUSACH
HASLACH im Kinzigtal
Gutach (Schwarzwaldbahn)
HORNBERG
SCHRAMBERG
ELZACH
Schonach i. Schw.
ST. GEORGEN i. Schw.
TRIBERG i. Schw.
Königsfeld i. Schw.
Biberach
Steinach
Bleibach
Winden i. Elztal
Durbach
Ortenberg
Ohlsbach
Lauterbach
Aichhalden
Sulgen
Hardt
Baiersbronn
Mitteltal
Wittlensweiler
Moosmatt
Mühlenbach
Hofstetten
Welschensteinach
Prechtal
Biederbach
Hinterbach
Tennenbronn
Rupertsberg
Peterzell
Kirnbach
Schapbach
Kaltbrunn
Nordrach
Fischerbach
Vordertal
Hinterbach
Lauterbach
Schwarzwaldbahn
Kinzigtal
Kinzig
Gutach
Elz
Brigach
Bregtal
Schiltach
Schenkenzell
Alpirsbach
Freudenstadt
Oppenau
Gengenbach
Zell am Harmersbach
Wolfach
Hausach
Haslach im Kinzigtal
Hornberg
Schramberg
Elzach
Triberg i. Schw.
St. Georgen i. Schw.
Schonach i. Schw.
Königsfeld i. Schw.
Bad Peterstal
Bad Rippoldsau
Bad Griesbach



Legende:

BK 1	Kernbohrungen
BS 1	Kleinrammbohrung
DPH 1	schwere Rammsondierung
A A'	Schnittebene

BS/DPH 1-3	Dr. Spang GmbH 2014
DPH 1-8	Dr. Spang GmbH 2018
BK 1-3	Dr. Spang GmbH 2018

Plangrundlage : Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH (Stand Dezember 2017)

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG
DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Rosi-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten
Telefon +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 0 • Fax +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 20
Email: zentrale@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

DB Engineering und Consulting, Karlsruhe

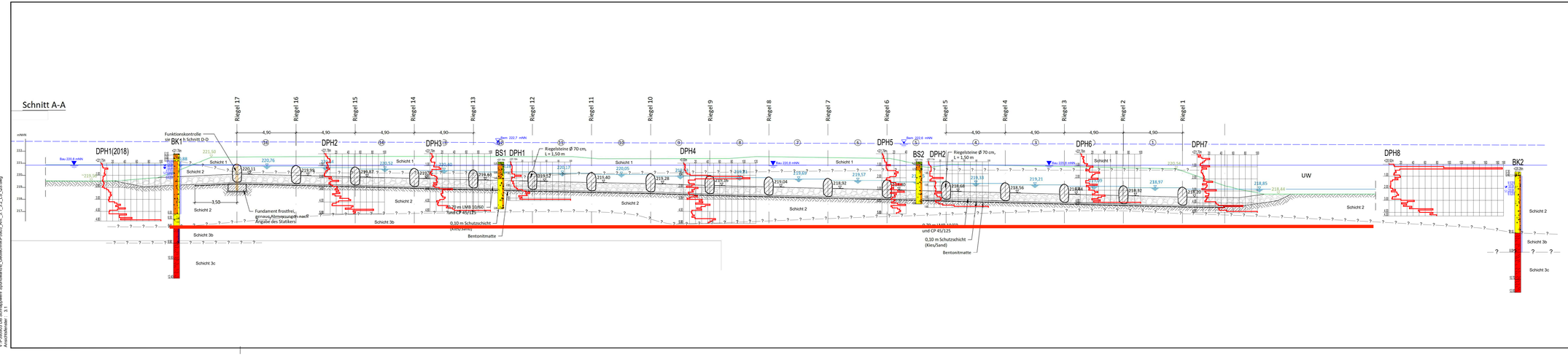
E2 Fischaufstieg Schnapperwehr

Lageplan mit geplanten Aufschlusspunkten

Baugrund

Gezeichnet:	Bur / Lauß	Entworfen:	Kor
Geprüft:	Kor	Datum:	05.12.2018
Plan-Nr.:	39.5903 / 2.1	Proj.-Nr.:	39.5903
Maßstab:	1 : 500	Anlage:	2.1

V:\P395903 DB Schnappwehr Spundwand\6_Geotechnik\P5903_Anl_2.1_LP.dwg
Ansichtsfenster : 2.1



Schicht-Nr.	Bodenart[1]	Klassifizierung nach DIN 18 196	18 300[1]	Frostempfindlichkeit[2]	Verdichtbarkeit[3]
1	lehmig-sandige Deckschicht	SU*, TL, UL	4, 2[4]	F3	V3
2	Flussand- und Kies	SW, GW, GU	3, 6[4]	F1 / F2	V1
3a	Flasergneis, zersetzt	SW, SU, GW, GU	3	F1 / F2	V 1
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	Fels	6	-	-
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	Fels	7	-	-

1) gemäß DIN 18 300:2012-09
2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F2 gering bis mäßig frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich)
3) Nach ZTV E-StB 17, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar.
4) Der angegebene Boden kann bei Wasserabfüllung mittige Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen.
5) Bodenarten 6 und 7 bei entsprechenden Steinanteil und Schutt
6) Bezeichnung nach DIN 4023

Legende:

- ? — Schichtgrenze
- Bau — Bauwasserstand
- Bem — Bemessungswasserstand

Plangrundlage : Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Stand Dezember 2017

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG
DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Rosi-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten
Telefon +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 0 • Fax +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 20
Email: zentrale@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

DB Engineering und Consulting, Karlsruhe

E2 Fischaufstieg Schnapperwehr

Geotechnischer Längsschnitt A-A'

Baugrund

Gezeichnet:	Lauß	Entworfen:	Kor
Geprüft:	Kor	Datum:	05.12.2018
Plan-Nr.:	39.5903 / 3.1	Proj.-Nr.:	39.5903
Maßstab:	1 : 500	Anlage:	3.1

V:\P395903 DB Schnapperwehr Sportclearwatt\6_Geotechnik\P395903_Anl_3.1_3.2.1_5_QS.dwg
Layout: Schnitt A-A' - 3.1

Schicht-Nr.	Bodenart[6]	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300[1]	Frostempfindlichkeit[2]	Verdichtbarkeit[3]
1	lehmig-sandige Deckschicht	SU*, TL, UL	4, 2[4]	F3	V3
2	Flusssand- und Kies	SW, GW, GU	3, 6-7[5]	F1 / F2	V1
3a	Flasergneis, zersetzt	SW, SU, GW, GU	3	F1 / F2	V 1
3b	Flasergneis, vollständig bis stark verwittert	Fels	6	-	-
3c	Flasergneis mäßig verwittert bis frisch	Fels	7	-	-

1) gemäß DIN 18 300:2012-09
2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F2 gering bis mittel frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).
3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar V3 = schwer verdichtbar.
4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Steinanteil und Schutt
6) Bezeichnung nach DIN 4023

Legende:

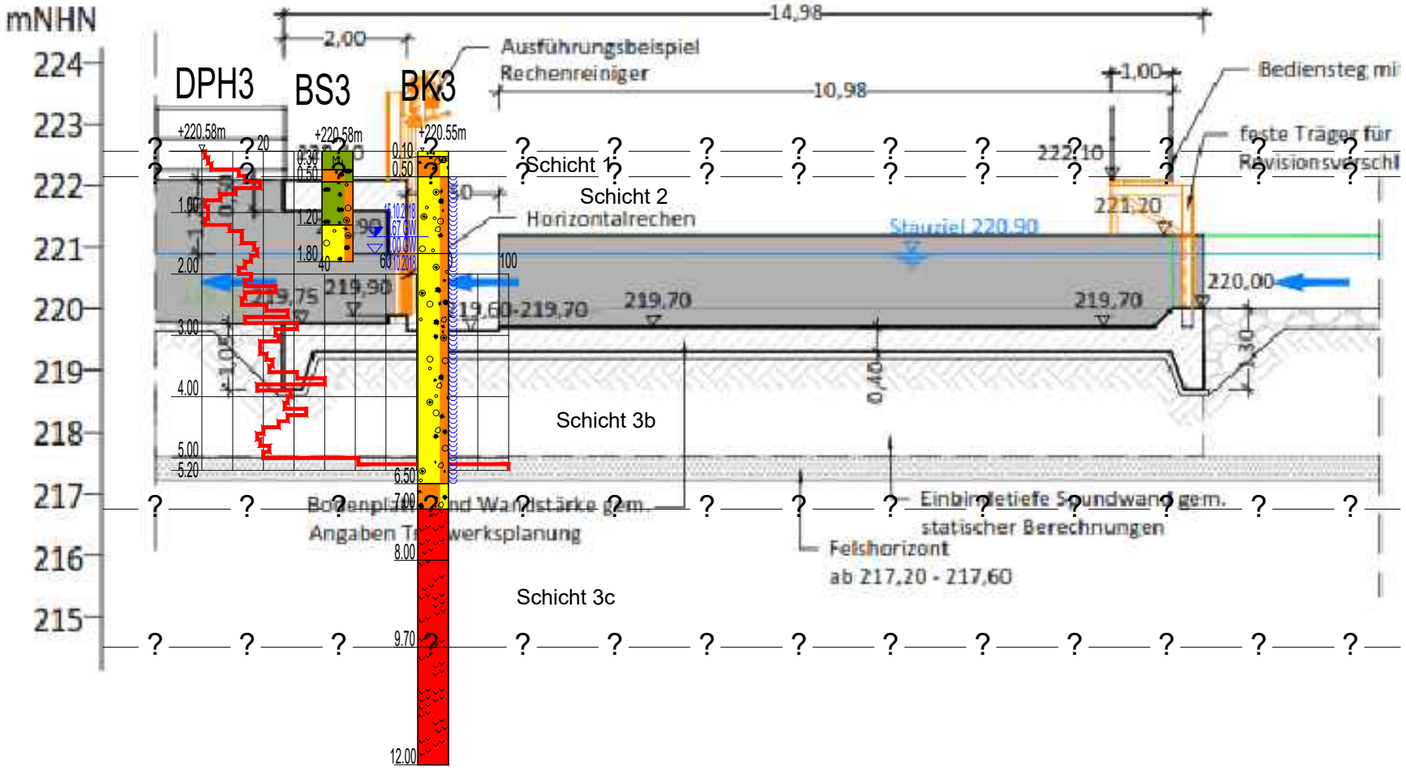
? Schichtgrenze

Bau Bauwasserstand

Bem Bemessungswasserstand

Schnitt D - D

M=1:100



Plangrundlage : Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Stand Dezember 2017

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Rosi-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten
Telefon +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 0 ▪ Fax +49 / (0) 23 02 / 9 14 02 - 20
Email: zentrale@dr-spang.de ▪ Web: http://www.dr-spang.de

DB Engineering und Consulting, Karslruhe

E2 Fischaufstieg Schnapperwehr

Geotechnischer Schnitt D-D'

Baugrund

Gezeichnet:	Lauß	Entworfen:	Kor
Geprüft:	Kor	Datum:	05.12.2018
Plan-Nr.:	39.5903 / 3.2	Proj.-Nr.:	39.5903
Maßstab:	1 : 500	Anlage:	3.2

V:\P395903 DB Schnappwehr Spundwand\6_Geotechnik\P5903_Anl._3.1_3.2_LS_QS.dwg
Ansichtsfenster : 3.2

Probeentnahme:

G1	☐	gestörte Probe
U1	■	Sonderprobe
K1	☒	Kernprobe

Nebenanteile:

z.B. s', t':	schwach
z.B. s̄, t̄:	stark

Kalkgehalt:

k°	kalkfrei
k^{+}	kalkhaltig
k^{++}	stark kalkhaltig

Grundwasser:

Grundwasserstand:

Bem — a) Bemessungswasserstand

Bau — b) Bauwasserstand

8,9 (2003-09-20) — Grundwasser angebohrt

8,9 (2003-09-20) 3 h — Grundwasserstand nach Bohrende

NHN+118,0 2003-05-10 — Ruhewasserstand

NHN+365,7 (2003-05-10) 10 h — NHN+355,7 — Grundwasser-anstieg

NHN+11,7 (2003-05-10) — Wasser versickert

naß

Verwitterungsgrad Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

vereinfachte Ansprache Verwitterung Fels bei Bohrsondierungen:

W 0: frisch (unverwittert)		
W 1: schwach verwittert	( )	schwach verwittert
W 2: mäßig verwittert	(( ))	mäßig bis stark verwittert
W 3: stark verwittert		
W 4: vollständig verwittert	z	zersetzt
W 5: zersetzt		

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

R 0: außerordentlich gering
R 1: sehr gering
R 2: gering
R 3: mäßig hoch
R 4: hoch
R 5: sehr hoch
R 6: außerordentlich hoch

Konsistenz:

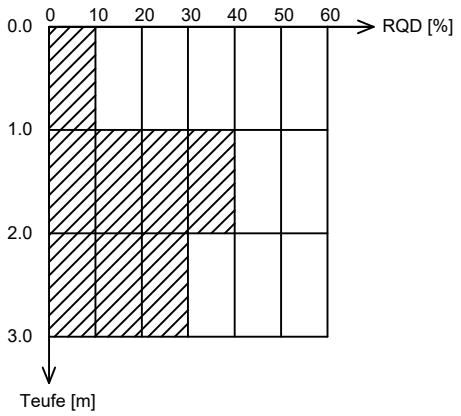
fest
halbfest
steif
weich
breiig

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

sKb: schlechte Kornbindung
mKb: mäßige Kornbindung
gKb: gute Kornbindung
sgKb: sehr gute Kornbindung

RQD Fels:

$$\frac{\text{Summe Länge Kernstücke > 10 cm}}{\text{Länge Kernmarsch}} \times 100\%$$



Trennflächen:

K: Klüftung
SS: Schichtung
SF: Schieferung

DR. SPANG

Zeichenerläuterung

Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	39.5903
Plan Nr.:	39.5903 / 4.1
Rev. Stand:	05.12.2018

V:\P395903 DB Schnappwehr Spundwand\6_Geotechnik\P5903_Anl._4.1_ZE01_02.dwg
Ansichtsfenster : Zeichenerläuterung 1-2

Hauptbodenarten:

- Kies, G
- Grobkies, gG
- Mittelkies, mG
- Feinkies, fG
- Sand, S
- Grobsand, gS
- Mittelsand, mS
- Feinsand, fS
- Schluff, U
- Ton, T
- Torf, Humus, H
- Steine, X
- Blöcke, Y
- vulkanische Aschen, V
- Braunkohle, Bk
- Mu — Mutterboden, Mu
- Wiesenkalk, Wk
- Mudde (Faulschlamm), F
- Klei, Schlick

Felsarten:

- Konglomerat, Ko
- Brekzie, Br
- Sandstein, Sst
- Schluffstein, Ust
- Tonstein, Tst
- Mergelstein, Mst
- Kalkstein, Kst
- Dolomitstein, Dst
- Anhydrit, Ahst
- Gips, Gyst
- Salzgestein, Sast
- verfestigte vulkan. Aschen, Vst
- Steinkohle, Stk
- Quarzit, Q
- Vulkanite (z.B. Basalt), Vu
- Plutonite (z.B. Granit), Pl
- Ganggesteine (z.B. Quarzgang), GGst
- massige Metamorphite (z.B. Diabas, Gneis), Mem
- blättrige Metamorphite (z.B. Schiefer), Meb

Nebenbodenarten:

- kiesig, g
- sandig, s
- schluffig, u
- tonig, t
- torfig, humos, h
- organisch, o
- steinig, x
- mit Blöcken, y
- mit Braunkohleeinschlüssen, bk
- mit Steinkohleeinschlüssen, stk

Sonstige Signaturen:

- A — Auffüllung, A
- A? — Auffüllung?, A?
- Beton (unbewehrt)
- Beton (bewehrt)
- Mauerwerk
- Ziegelmauerwerk
- Hinterpackung Tunnelschale
- Lockermasse

Signatur und Kurzzeichen in Anlehnung an DIN 4023: 2006-02

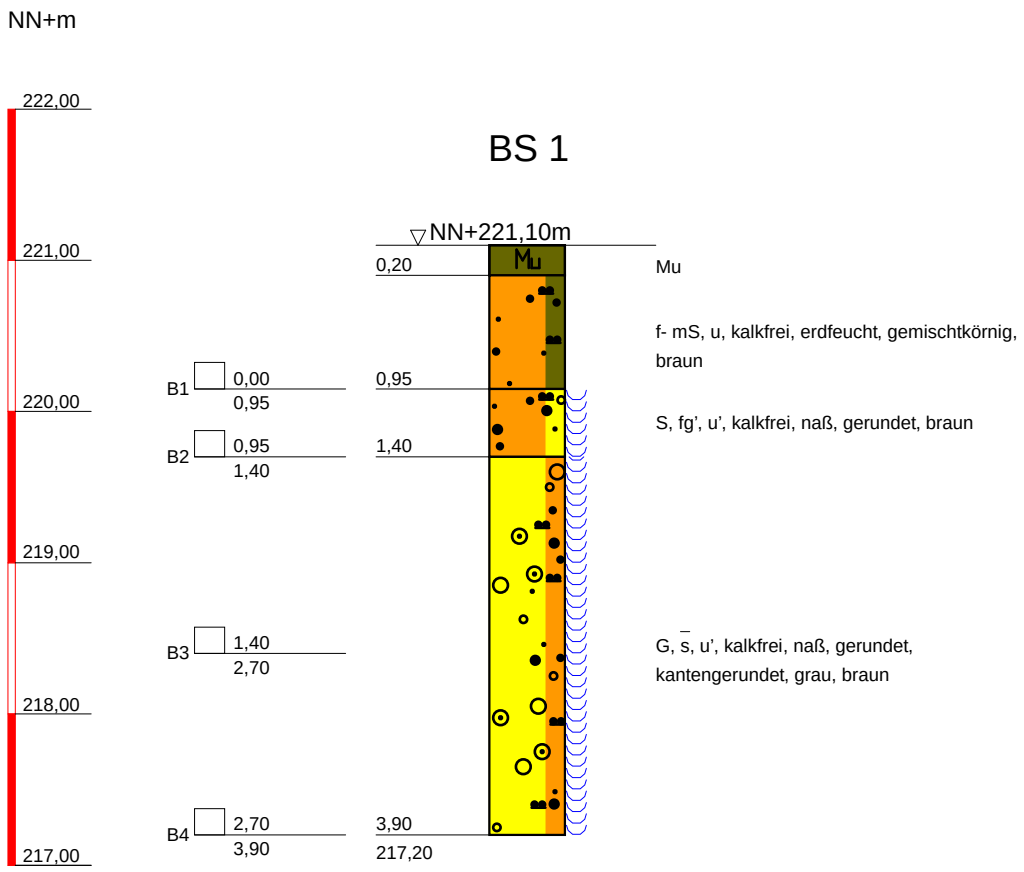
DR. SPANG

Zeichenerläuterung

Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	39.5903
Plan Nr.:	39.5903 / 4.1
Rev. Stand:	05.12.2018

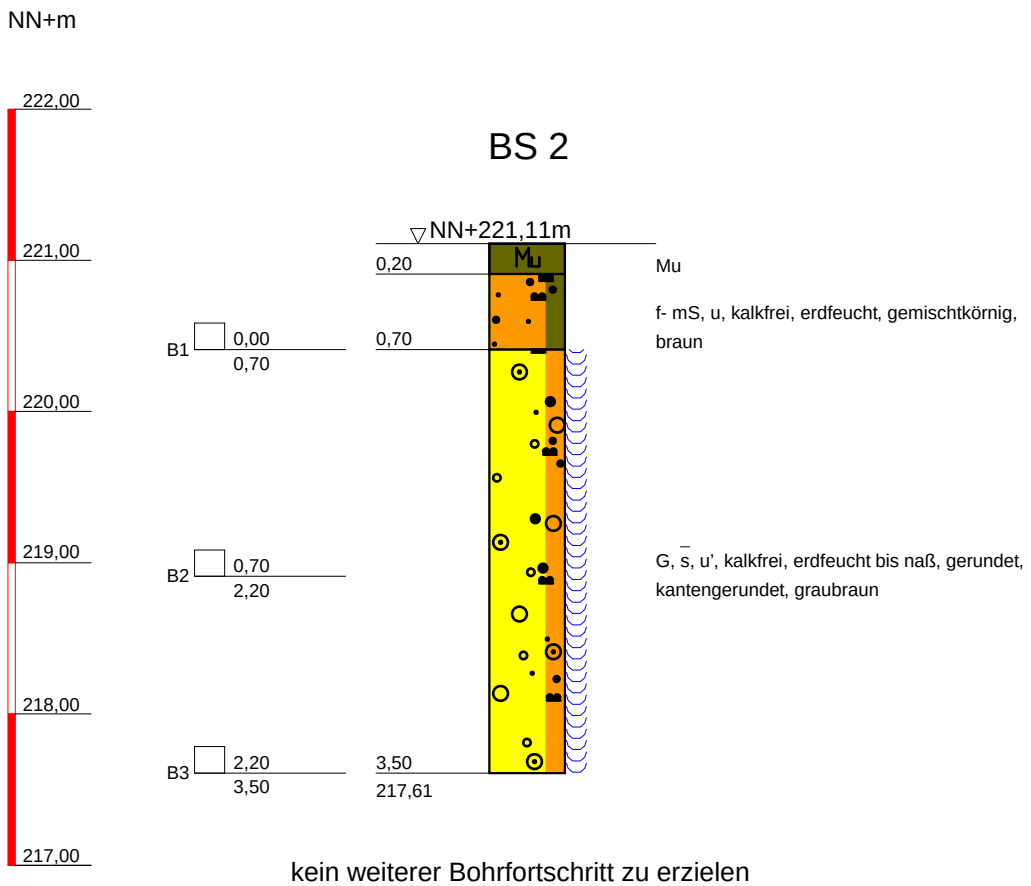
V:\P395903 DB Schnappwehr Spundwand\6_Geotechnik\P5903_Anl._4.1_ZE01_02.dwg
Ansichtsfenster : Zeichenerläuterung 2-2



Kein Bohrfortschritt!
Bis 1,0 m vorgeschachtet

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig Auftraggeber: DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.2 - BS1 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Koz/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.2_BS_1.bop

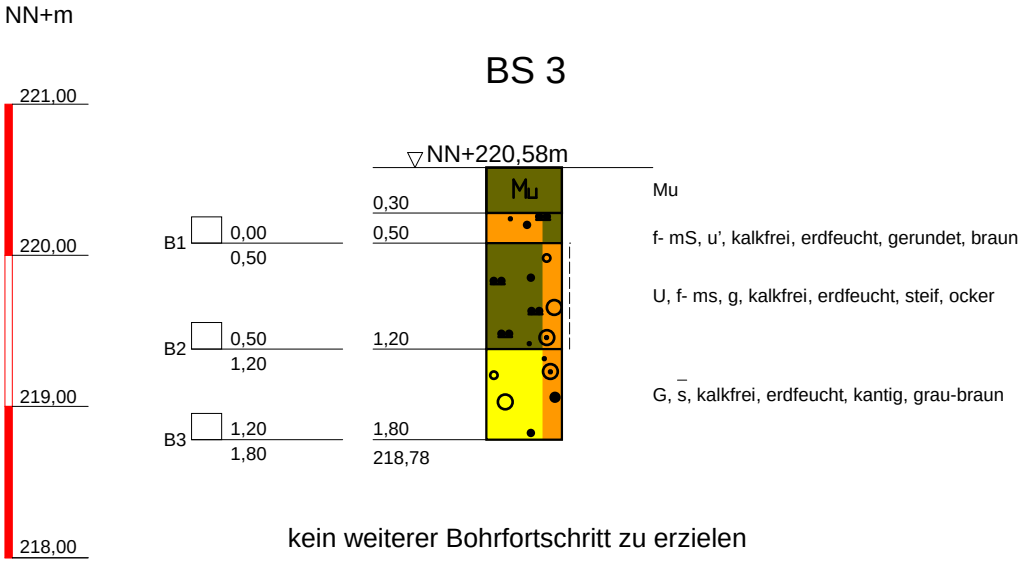


kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen
Bis 1,0 m vorgeschachtet

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig Auftraggeber: DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.2 - BS2 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Koz/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.2_BS_2.bop

BS 3

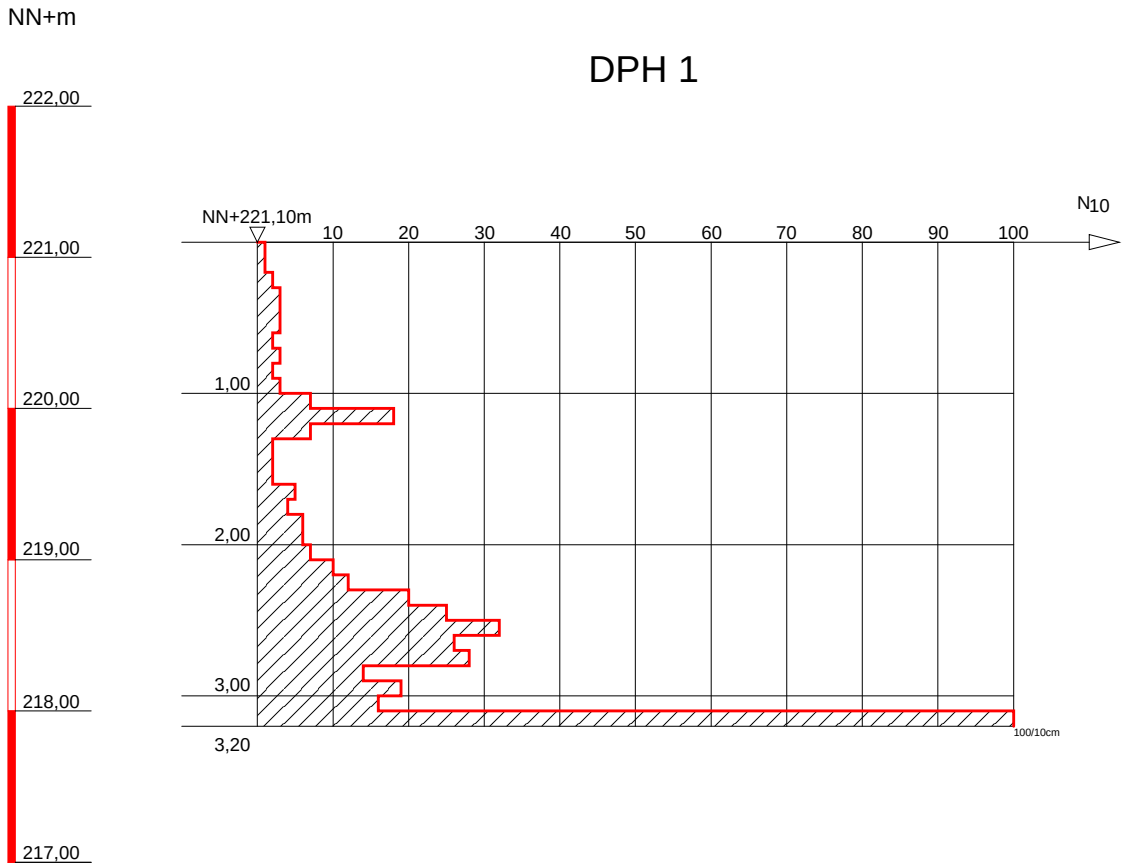


kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	**Bauvorhaben:** Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig **Auftraggeber:** DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.2 - BS3 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Koz/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.2_BS_3.bop

DPH 1

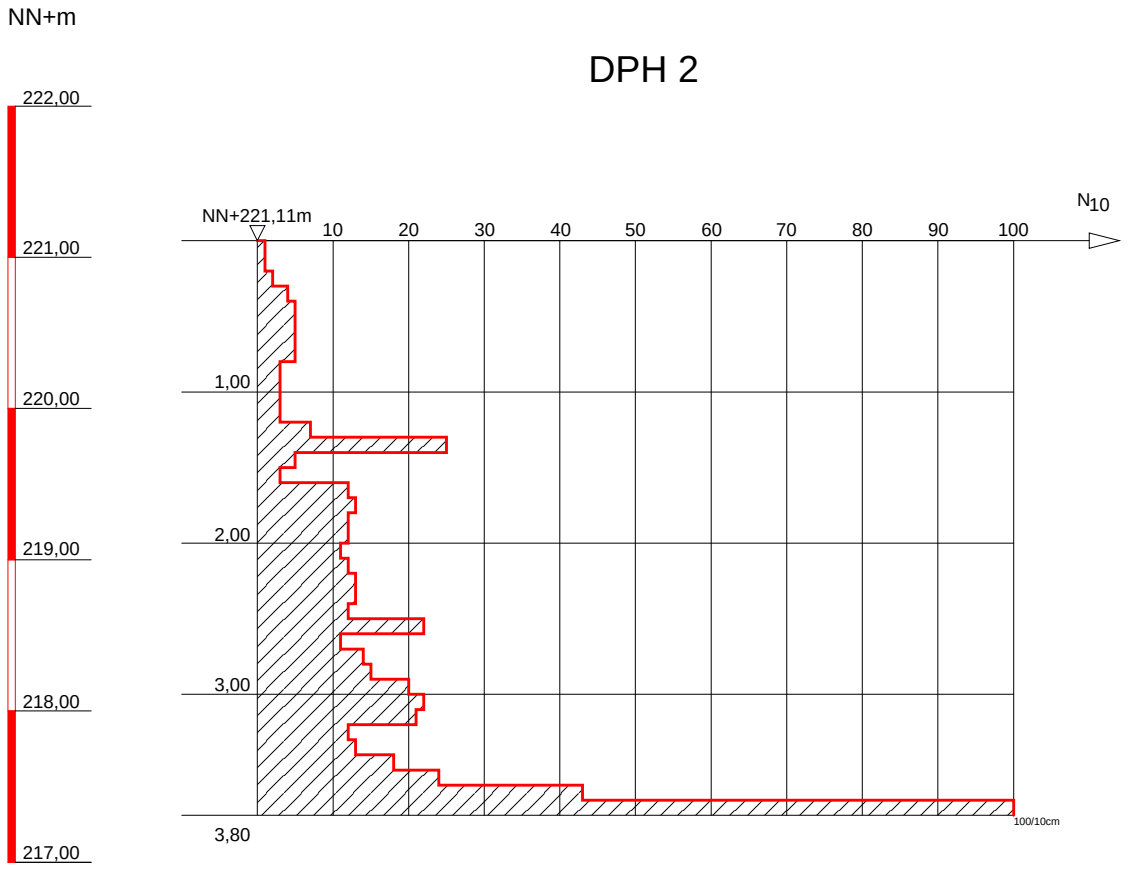


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig Auftraggeber: DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.3 - DPH1 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Now/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.3_DPH_1.bop

DPH 2

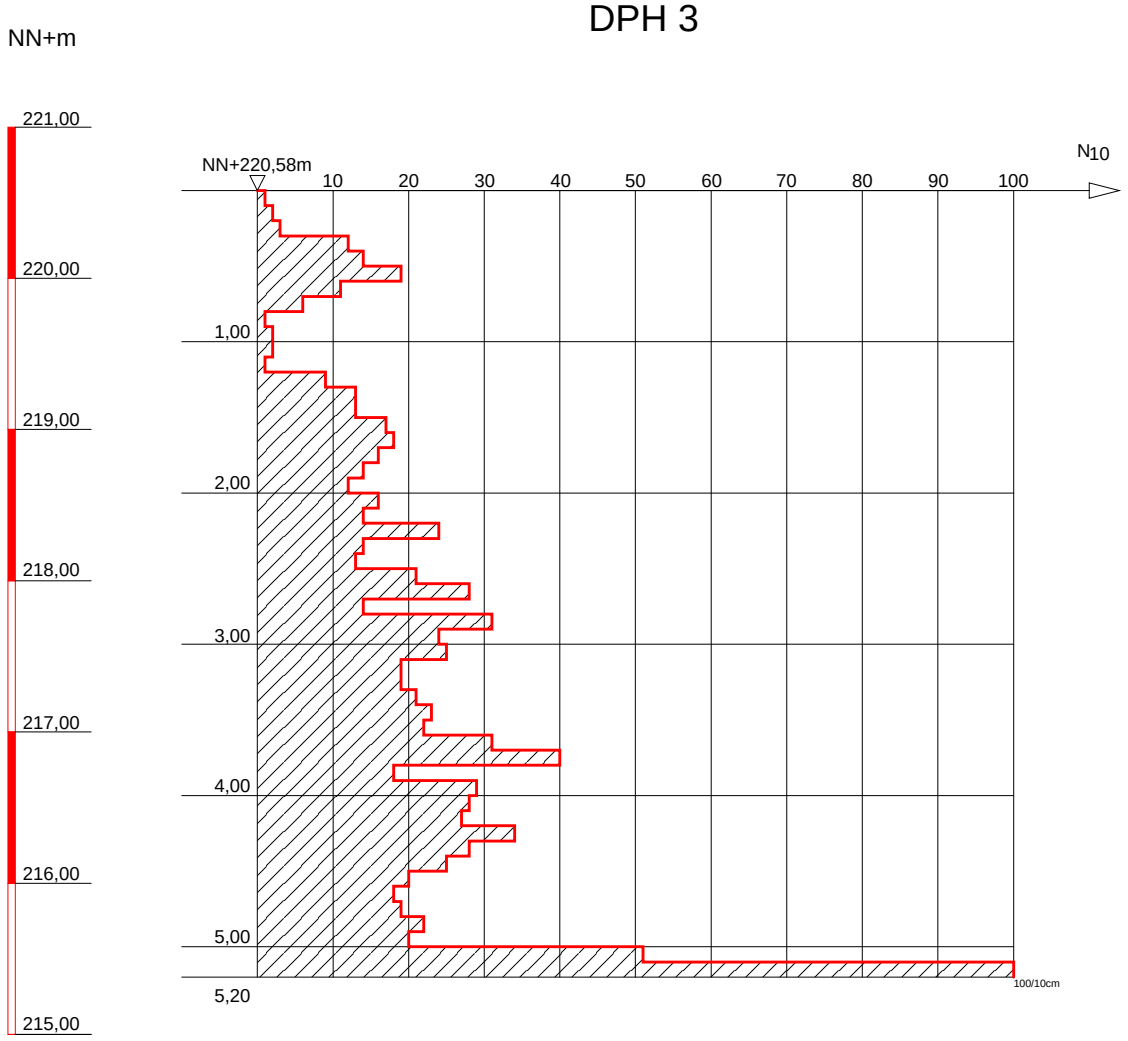


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig Auftraggeber: DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.3 - DPH2 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Now/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.3_DPH_2.bop

DPH 3

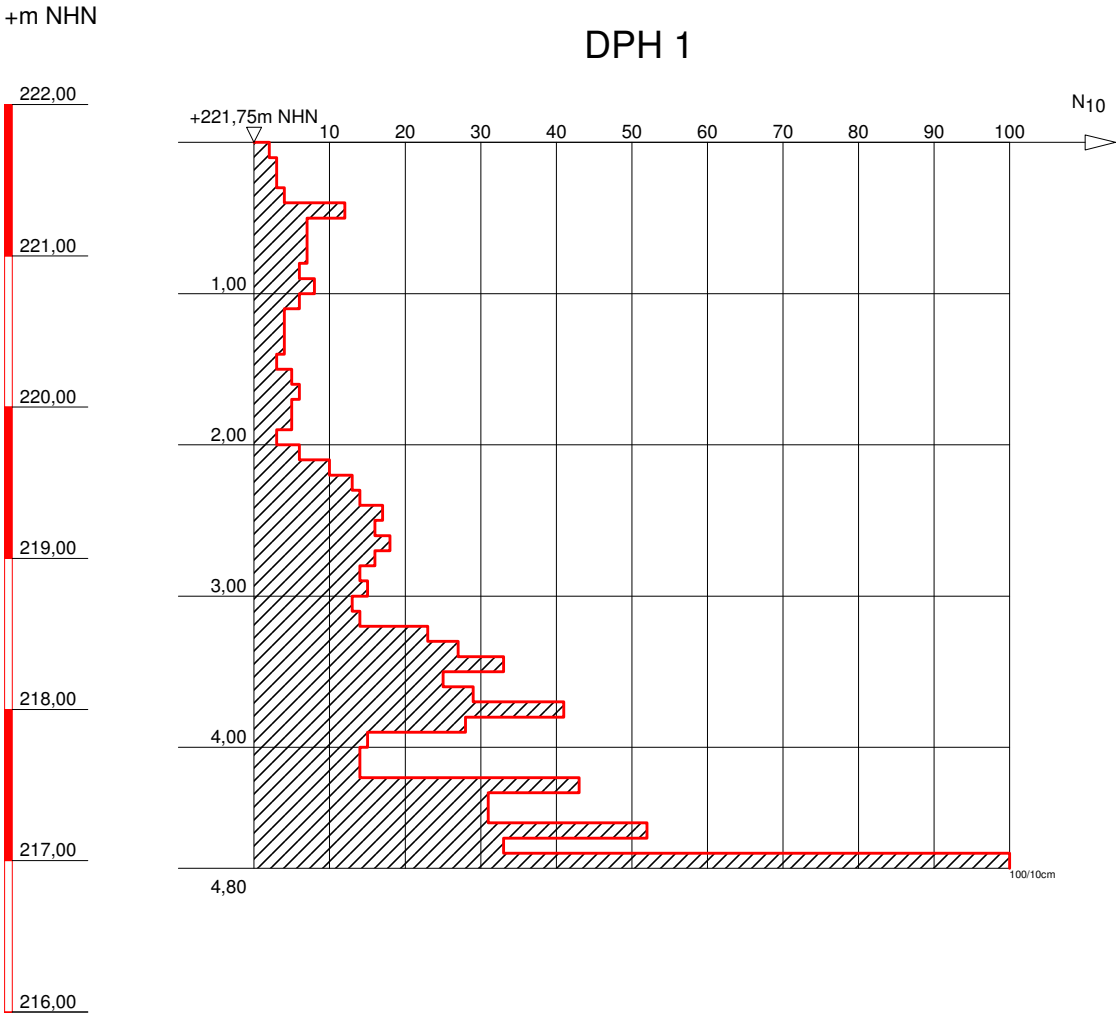


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	**Bauvorhaben:** Fischaufstieg E2 neu Schnapperwehr Kinzig **Auftraggeber:** DB Projektbau GmbH, Karlsruhe	Anlage: 4.3 - DPH3 Projekt-Nr: 35.4085 Datum: 08.10.2014 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Now/Paw

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - E:\P354085 Fischaufstieg E2neu Schnapperwehr Kinzig\4_Bohrprofile\P4085_Anl.4.3_DPH_3.bop

DPH 1

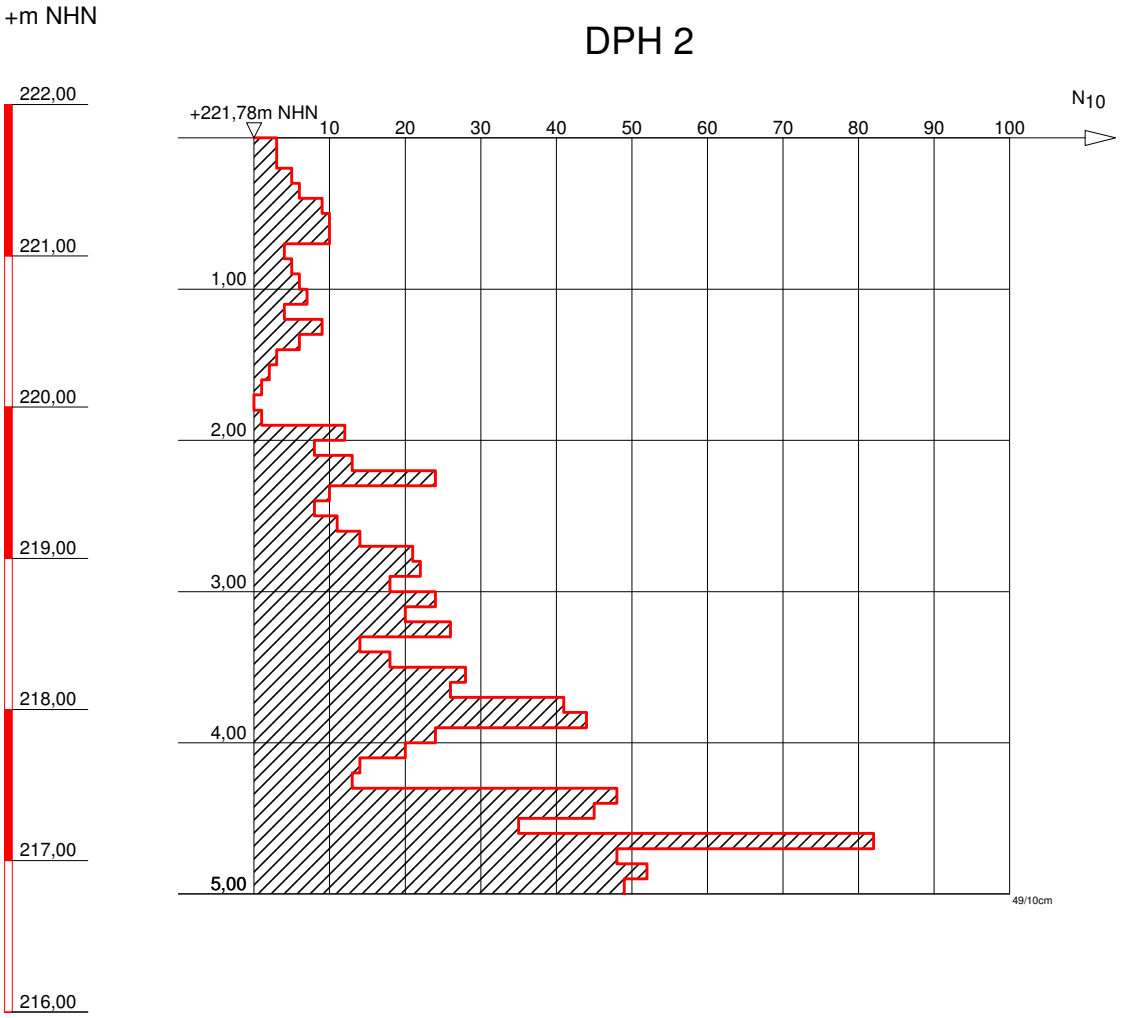


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 1 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 1.BOP

DPH 2

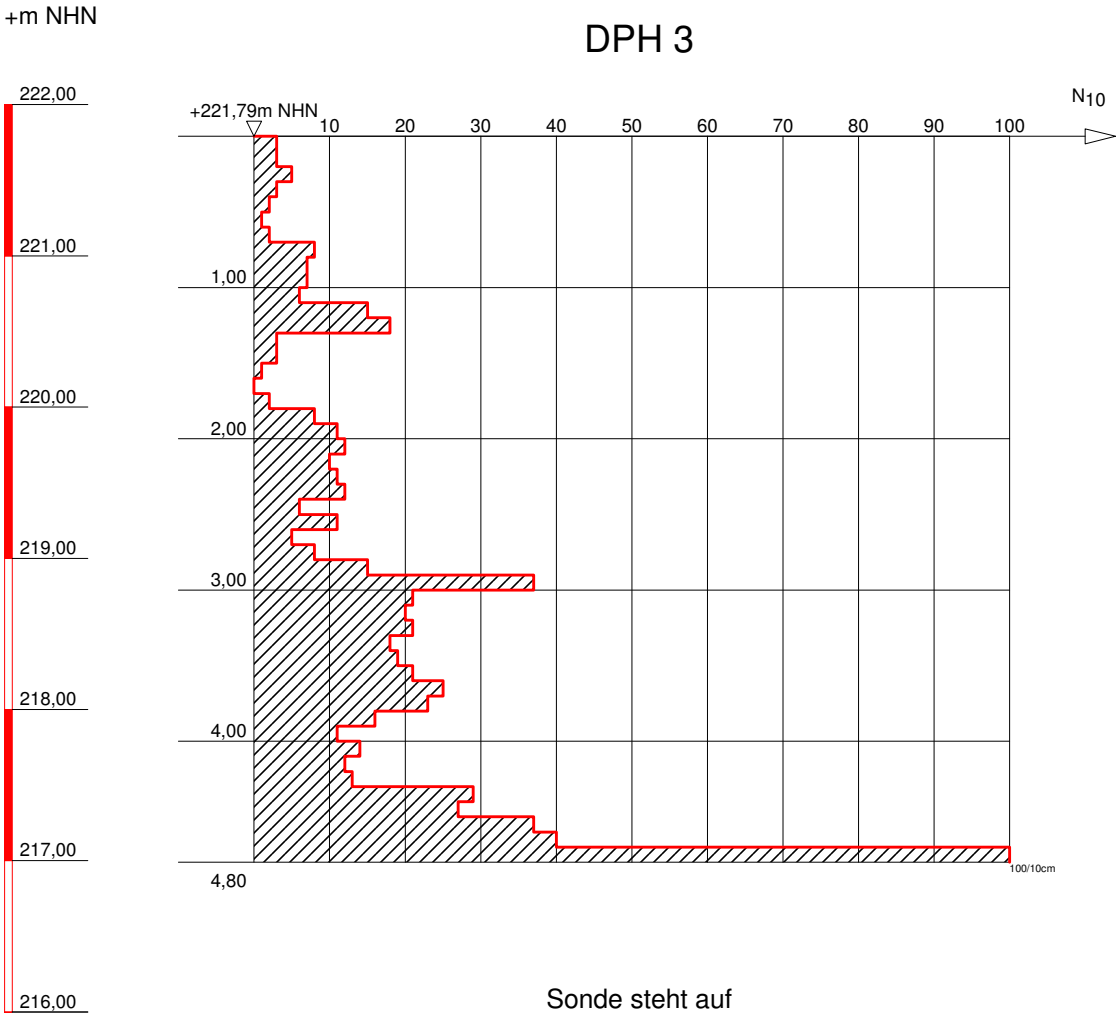


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 2 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 2.BOP

DPH 3

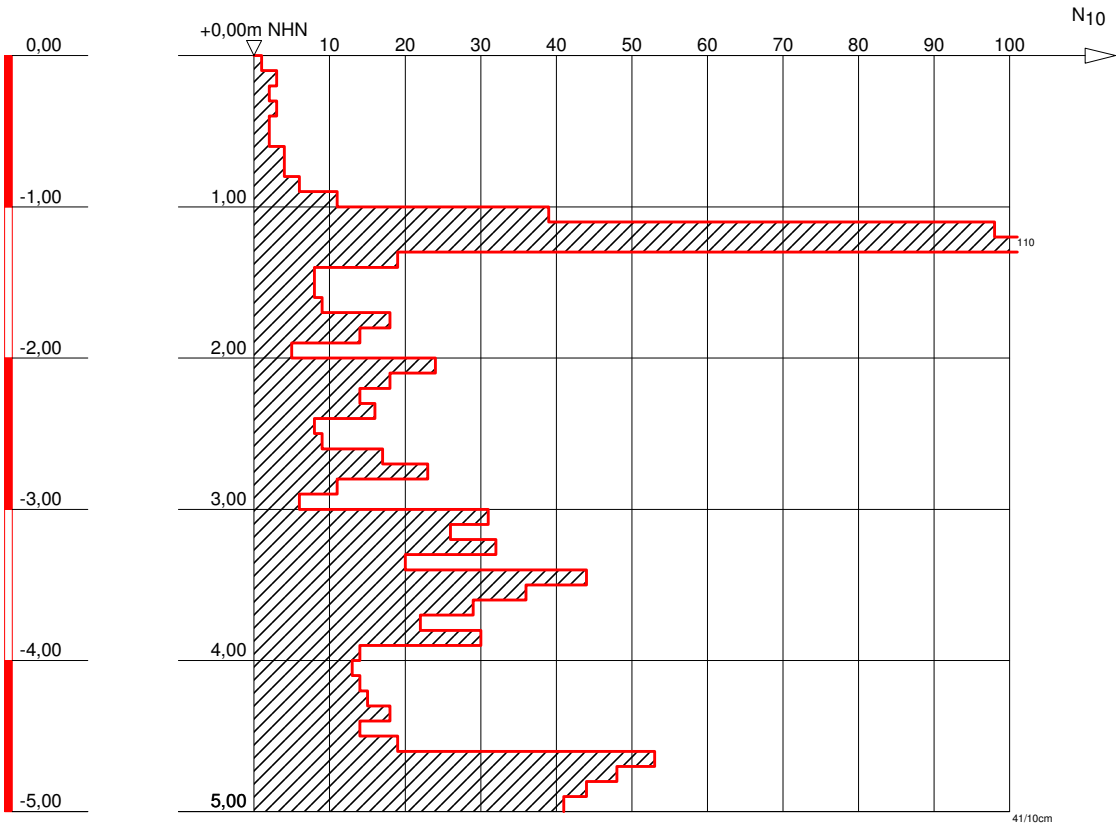


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 3 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 3.BOP

DPH 4

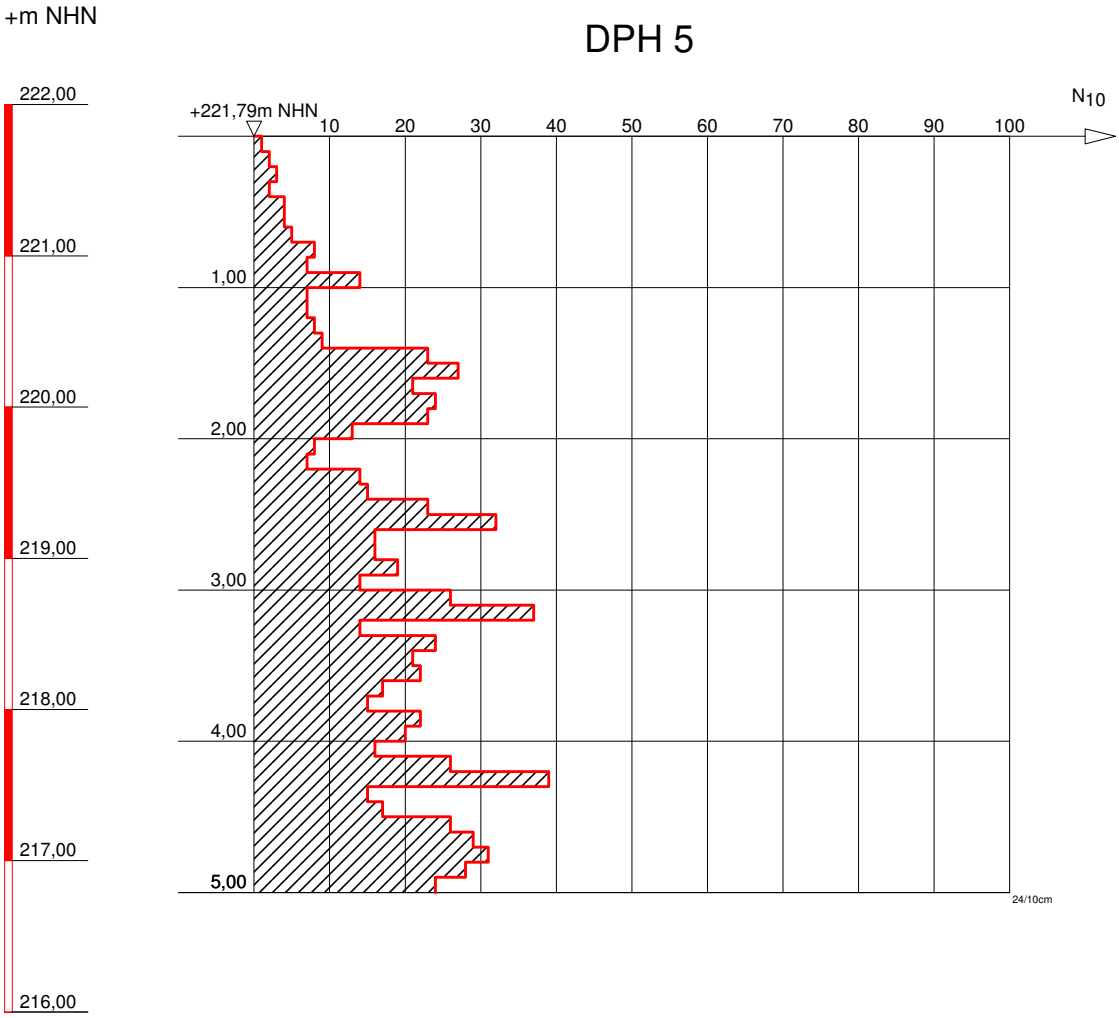


Endteufe erreicht

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 4
		Projekt-Nr: 39.5903
		Datum: 11.10.2018
		Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 4.BOP

DPH 5

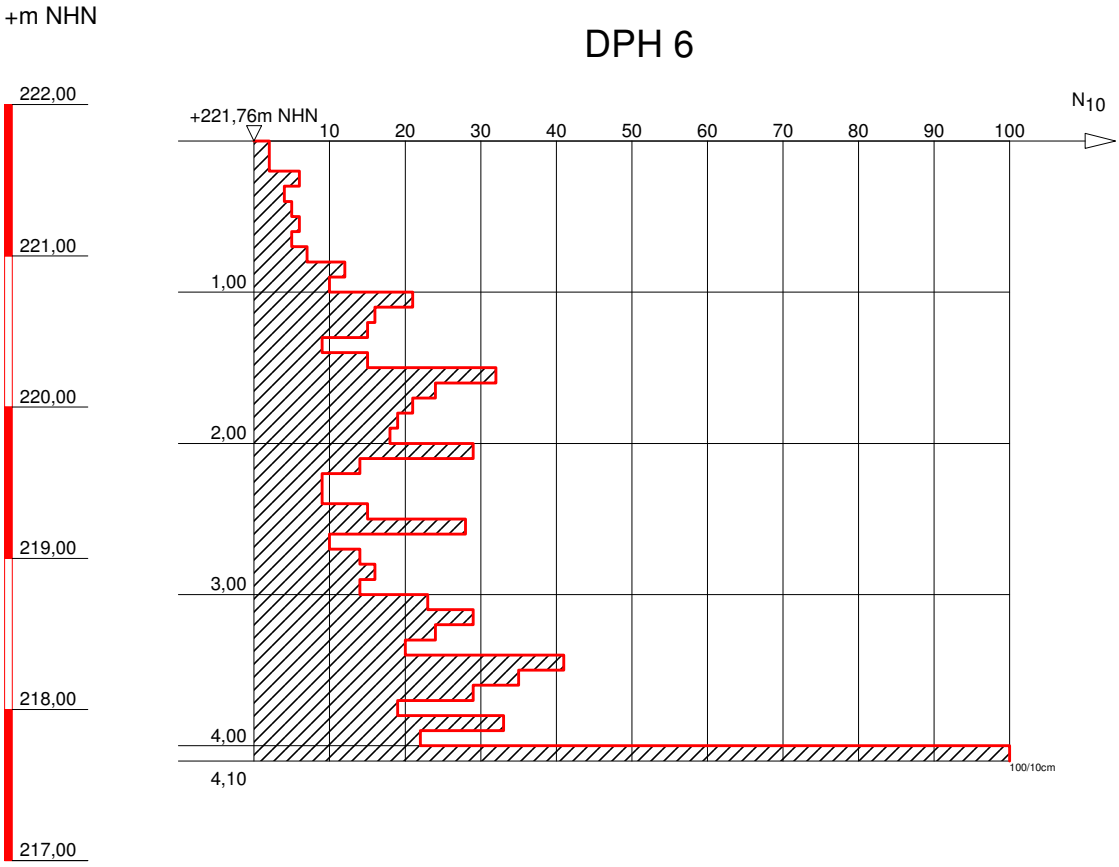


Endteufe erreicht

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 5 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 5.BOP

DPH 6

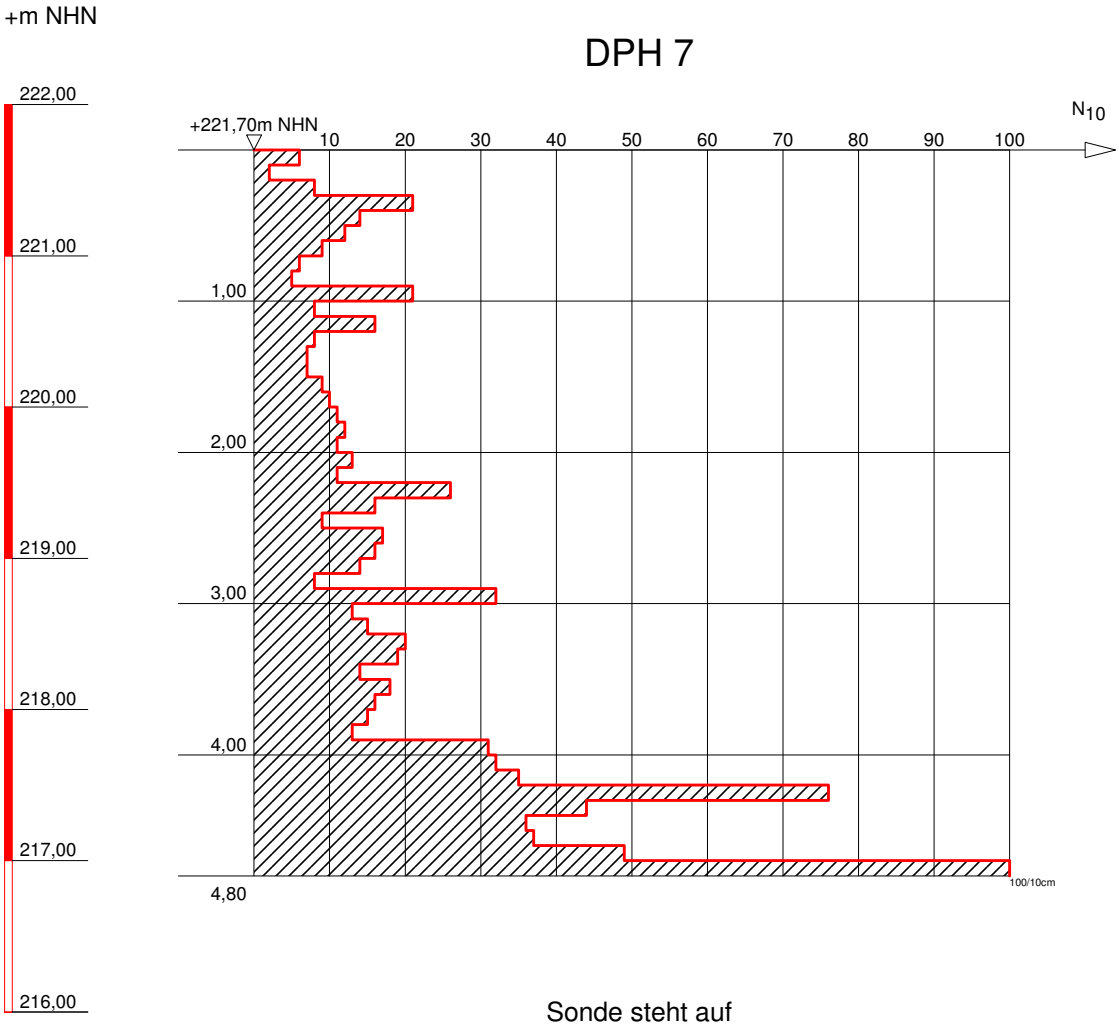


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 6 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 6.BOP

DPH 7

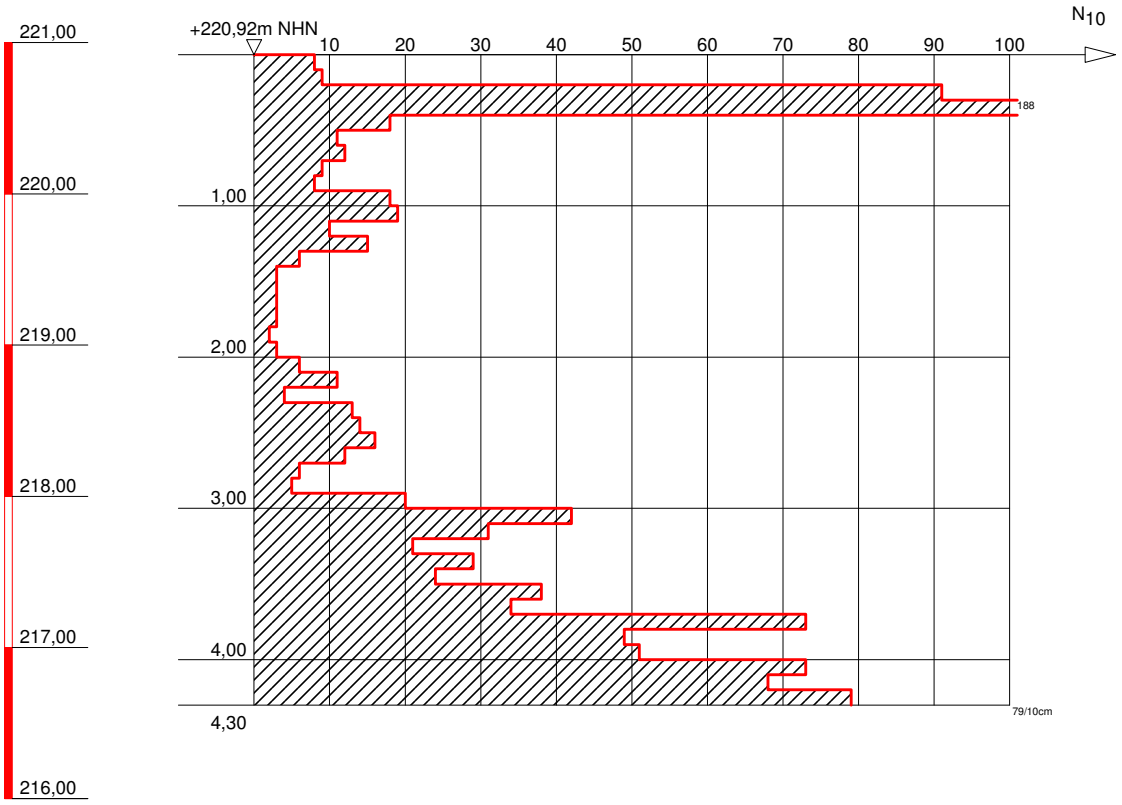


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 7 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 7.BOP

DPH 8

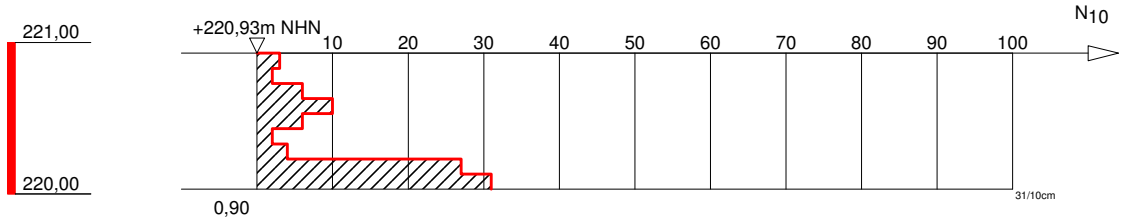


Sonde steht auf

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 8 Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 8.BOP

DPH 8a

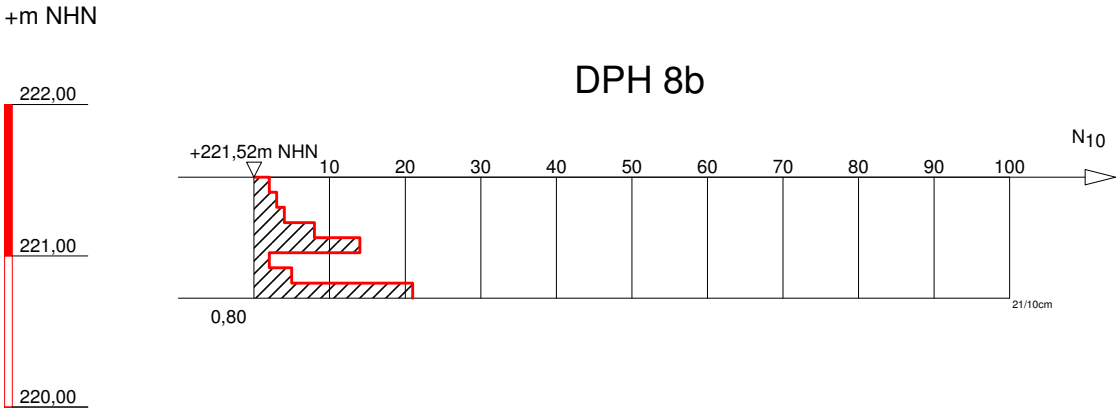


Bohrsonde verkantet
Punkt umgesetzt

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 7a Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 7a.BOP

DPH 8b

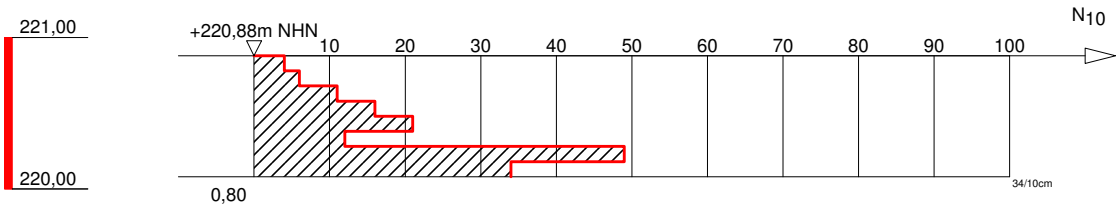


Bohrsonde verkantet
Punkt umgesetzt

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 7b Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 7b.BOP

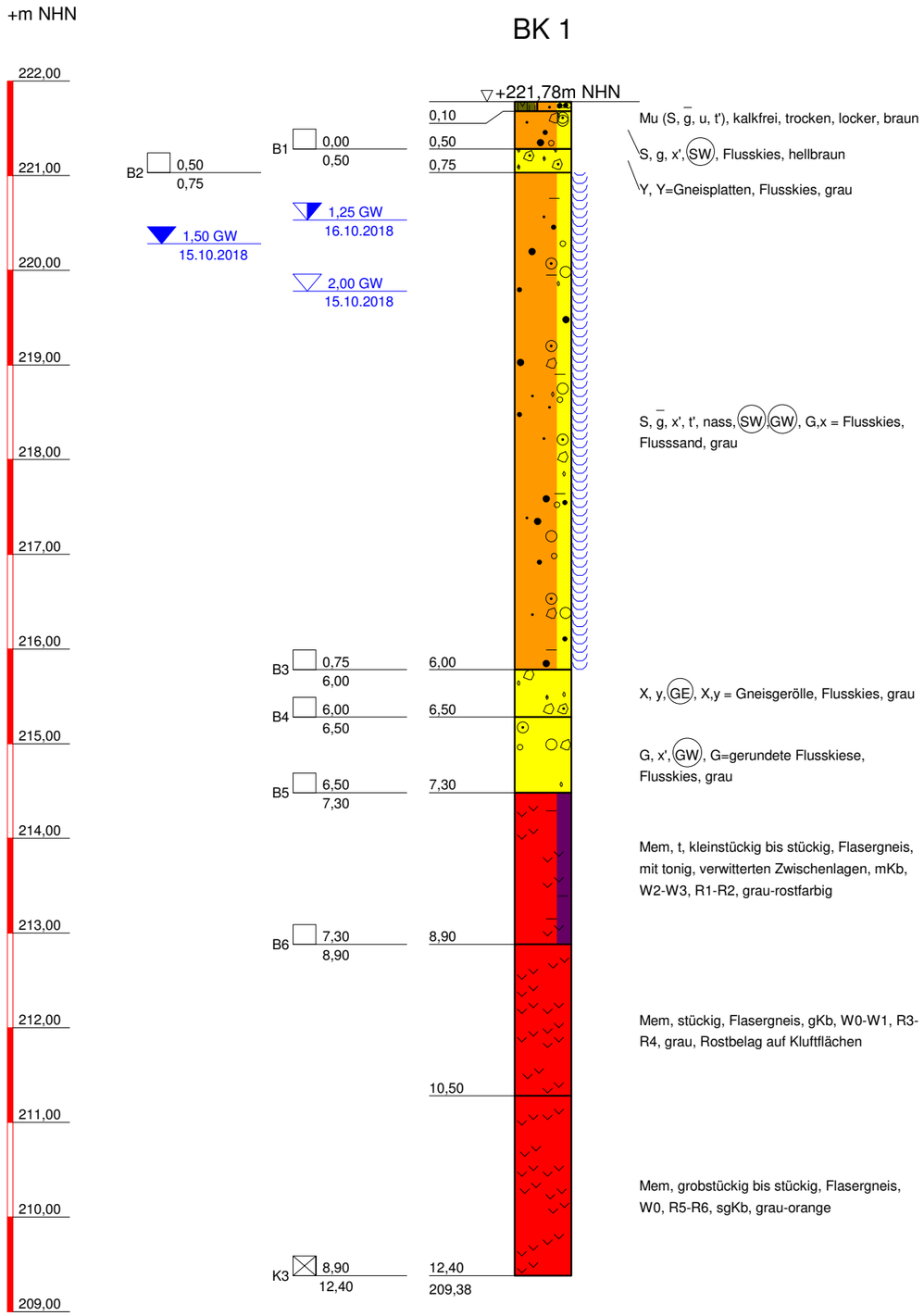
DPH 8c

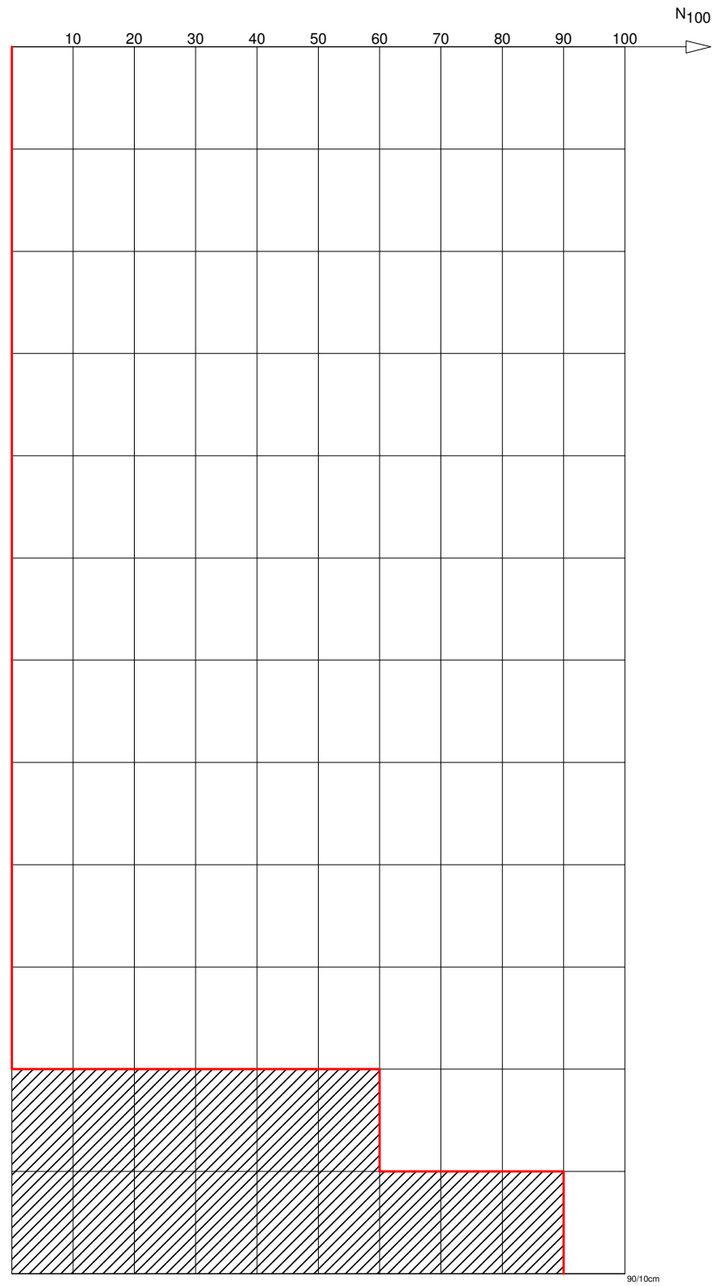


Bohrsonde verkantet
Punkt umgesetzt

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: Schnapperwehr Haslach Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.3 DPH 7c Projekt-Nr: 39.5903 Datum: 11.10.2018 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\DPx\P5903 DPH 7c.BOP





DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: E2 Schnapperwehr Auftraggeber: DB Netzt AG, Karlsruhe	Anlage: 4.4 BK1
		Projekt-Nr: P 5903
		Datum: 11.10.2018
		Maßstab: 1 : 60
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\BK\P5903 BK1.bop

+m NHN

BK 2

▽+220,28m NHN

0,30			Y, kalkfrei, Y=Gneisplatten, kompakt, grau
0,40			S, u, kalkfrei, erdfeucht, SU/SU, Decklehm, braun
6,10			G, s, x, kalkfrei, nass, GW, x,g= Flusskies, Flusskies, oliv, bunt
8,00			Mem, nass, grusig bis kleinstückig, Flasergneis, W4-W5, R0-R1, skB, braun-rostfarben
10,70			Mem, stückig, Flasergneis, W2-W3, R1-R3, mKb,, graubraun, Rostflecken
12,00			Mem, stückig bis grobstückig, Flasergneis, W0-W2, R2-R5, mKb-sgKb, grau-orange
208,28			

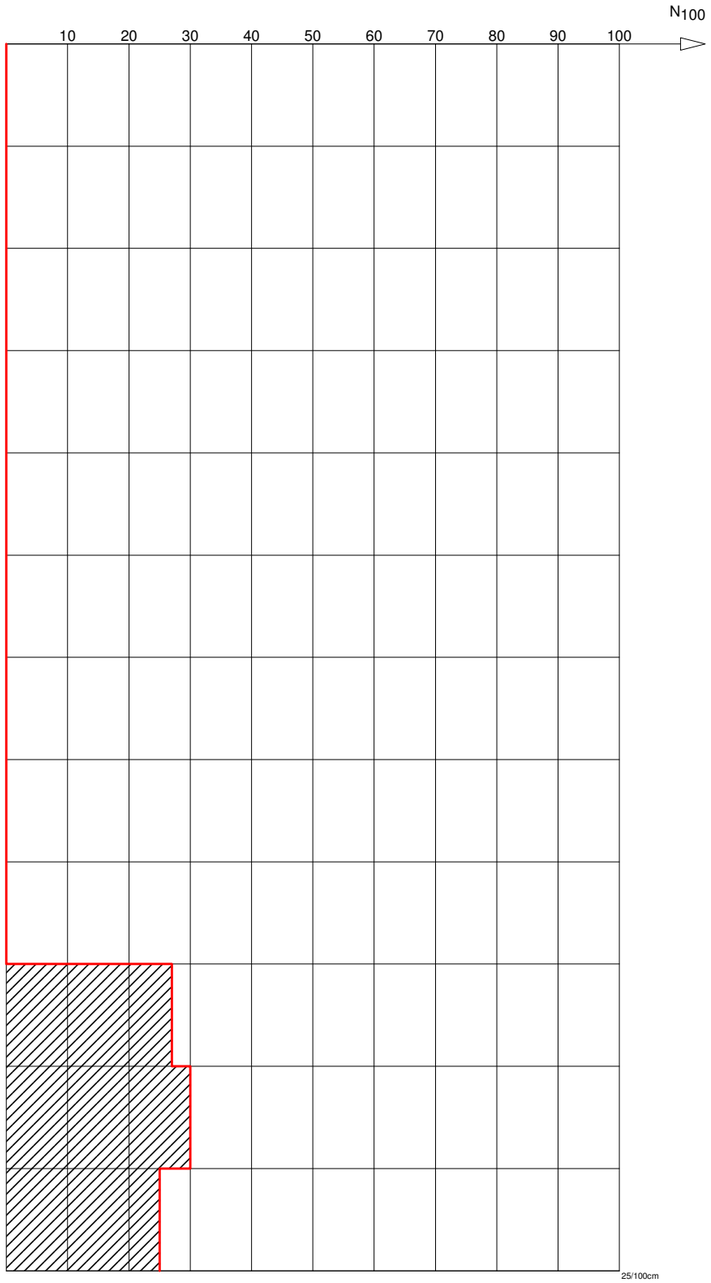
Probe	Tiefe
B1	0,30 / 0,40
B2	0,40 / 6,10
B3	6,10 / 8,00
K1	8,00 / 10,70
K2	10,70 / 12,00

1,60 GW 16.10.2018

2,00 GW 16.10.2018

221,00 220,00 219,00 218,00 217,00 216,00 215,00 214,00 213,00 212,00 211,00 210,00 209,00 208,00

RQD



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

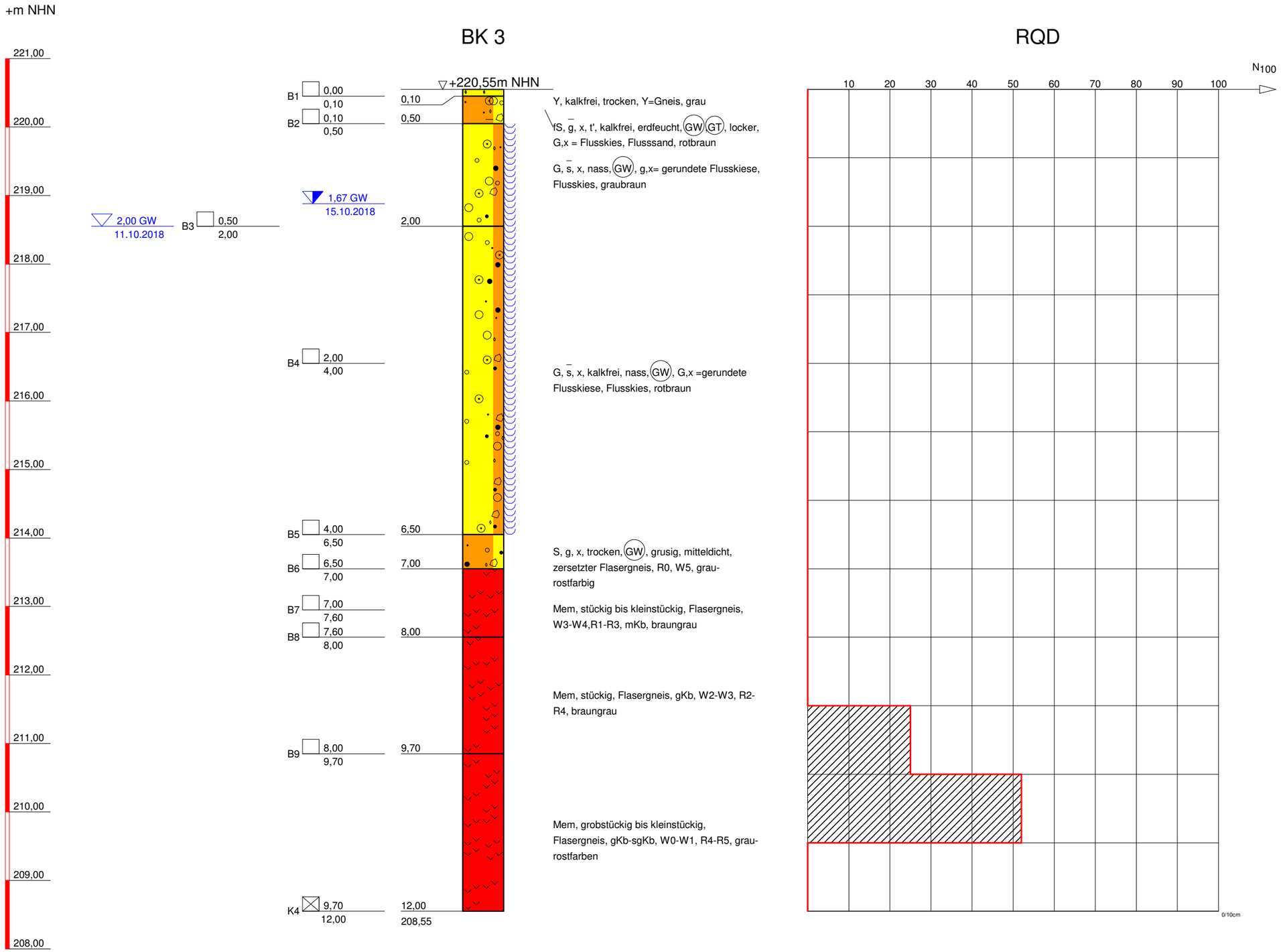
Bauvorhaben:
E2 Schnapperwehr

Auftraggeber:
DB Netzt AG, Karlsruhe

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage:	4.4 BK2
Projekt-Nr:	P 5903
Datum:	16.10.2018
Maßstab:	1 : 60
Bearbeiter:	Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\BK\P5903 BK2.bop



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
E2 Schnapperwehr

Auftraggeber:
DB Netzt AG, Karlsruhe

KERNBOHRUNG

Anlage:	4.4 BK3
Projekt-Nr:	P 5903
Datum:	11.10.2018
Maßstab:	1 : 60
Bearbeiter:	Cor

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\P5900-5999\P5903 DB Schnappwehr Spundwand\Geotechnik\Erkundung\BK\P5903 BK3.bop

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.1

Projektnr.: P 35.4085

Wassergehalt nach DIN 18 121

Fischaufstieg E2 neu

Schnapperwehr Kinzig

Bearbeiter: Hb Datum: 05.11.14

Entnahmestelle:	BS 1	BS 1
Tiefe:	0,0 - 0,95	0,95 - 1,4
Bodenart:	S, u	S, u', g', o
Feuchte Probe + Behälter [g]:	590.27	553.75
Trockene Probe + Behälter [g]:	534.70	481.48
Behälter [g]:	190.17	190.11
Porenwasser [g]:	55.57	72.27
Trockene Probe [g]:	344.53	291.37
Wassergehalt [%]	16.13	24.80

Entnahmestelle:	BS 2	BS 3
Tiefe:	0,0 - 0,7	0,0 - 0,5
Bodenart:	S, u	S, u
Feuchte Probe + Behälter [g]:	488.96	600.11
Trockene Probe + Behälter [g]:	442.91	526.73
Behälter [g]:	182.57	187.37
Porenwasser [g]:	46.05	73.38
Trockene Probe [g]:	260.34	339.36
Wassergehalt [%]	17.69	21.62

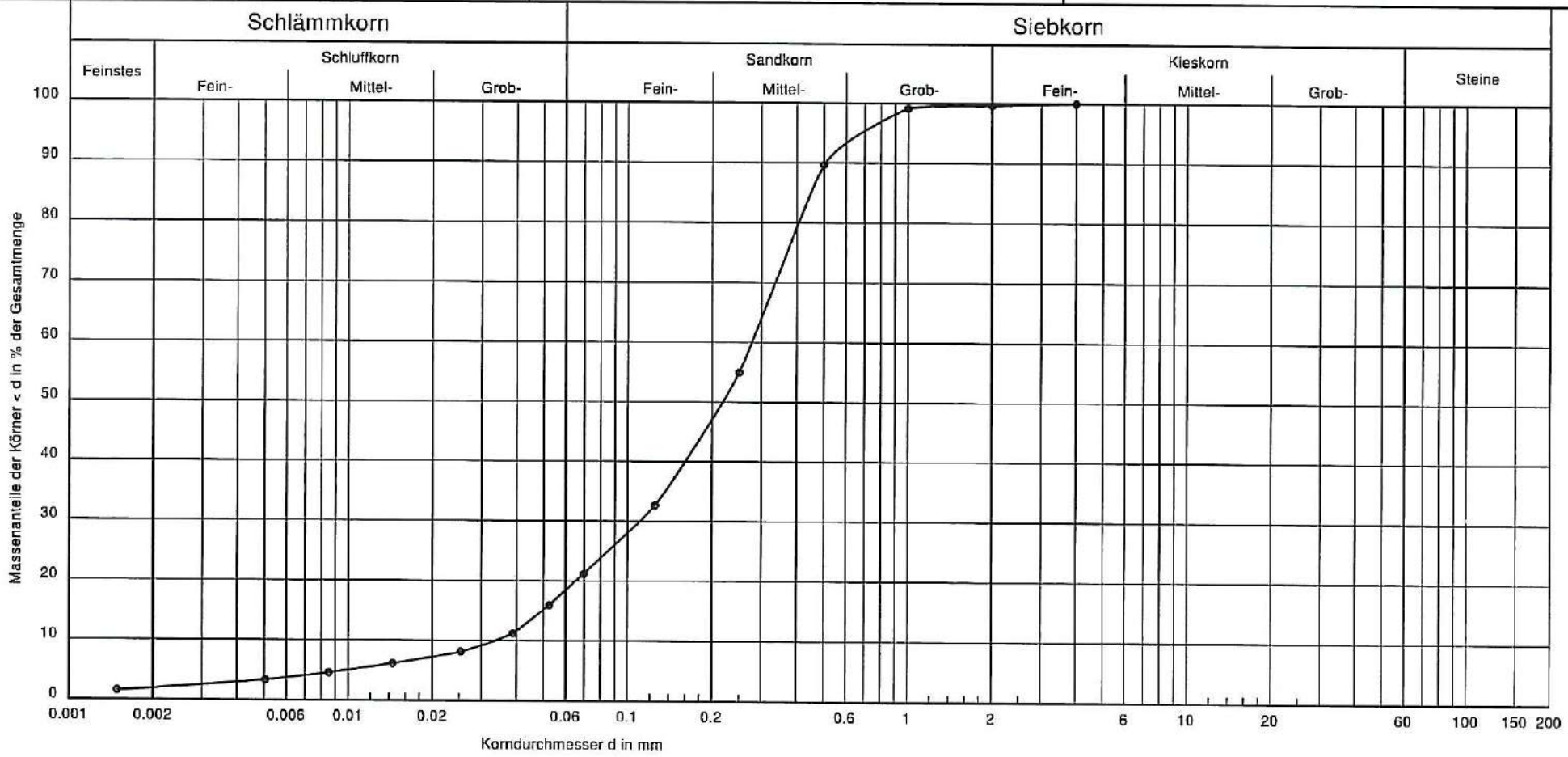
Entnahmestelle:	BS 3	
Tiefe:	0,5 - 1,2	
Bodenart:	T, $\bar{u}$, $\bar{s}$, g'	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	433.32	
Trockene Probe + Behälter [g]:	395.65	
Behälter [g]:	193.65	
Porenwasser [g]:	37.67	
Trockene Probe [g]:	202.00	
Wassergehalt [%]	18.65	

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

Fischaufstieg E2 neu
Schnapperwehr Kinzig

Datum: 05.11.14
Probe entnommen am: 08.10.14
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 1	Bemerkungen:
Tiefe:	0,0 - 0,95	
Bodenart:	S, u	
U/Cc	8.2/1.3	

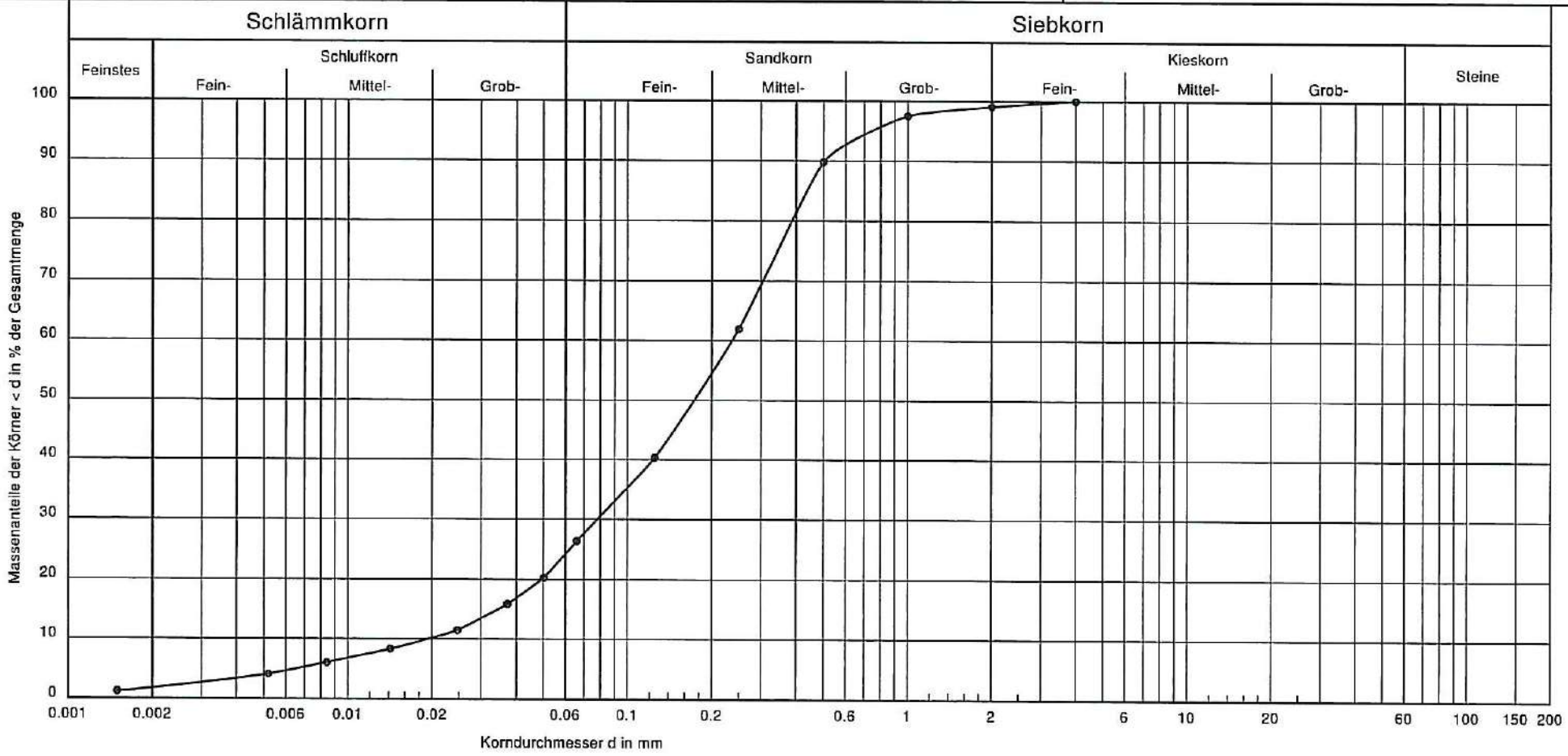
Anlage: 5.2
Projektnr.: 35.4085

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

Fischaufstieg E2 neu
Schnapperwehr Kinzig

Datum: 05.11.14
Probe entnommen am: 08.10.14
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 2	Bemerkungen:
Tiefe:	0,0 - 0,7	
Bodenart:	S, u	
U/Cc	12.1/1.3	

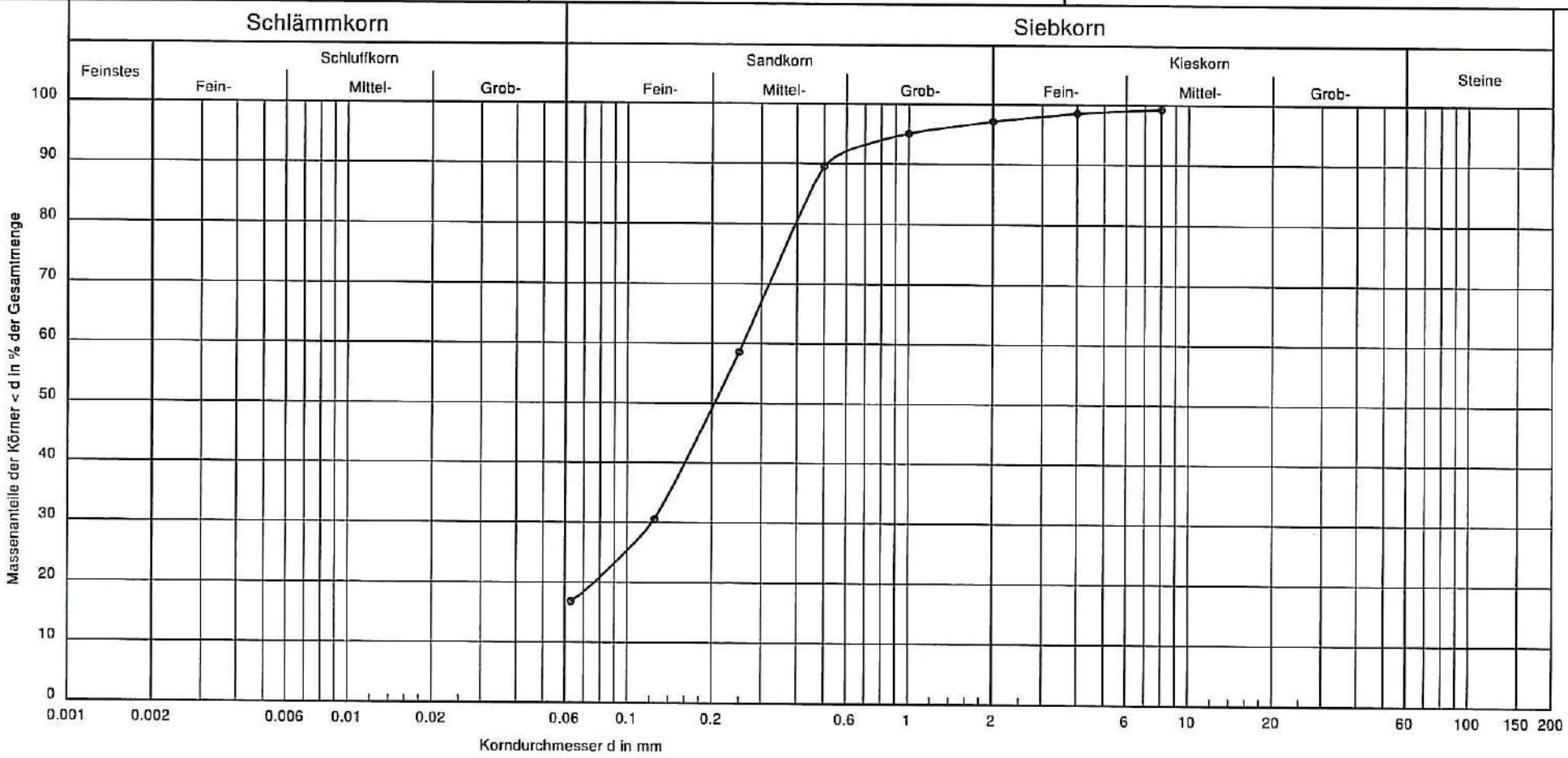
Anlage: 5.2
Projektnr.: 35.4085

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

Fischaufstieg E2 neu
Schnapperwehr Kinzig

Datum: 05.11.14
Probe entnommen am: 08.10.14
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:	BS 3
Tiefe:	0,0 - 0,5
Bodenart:	S, u
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

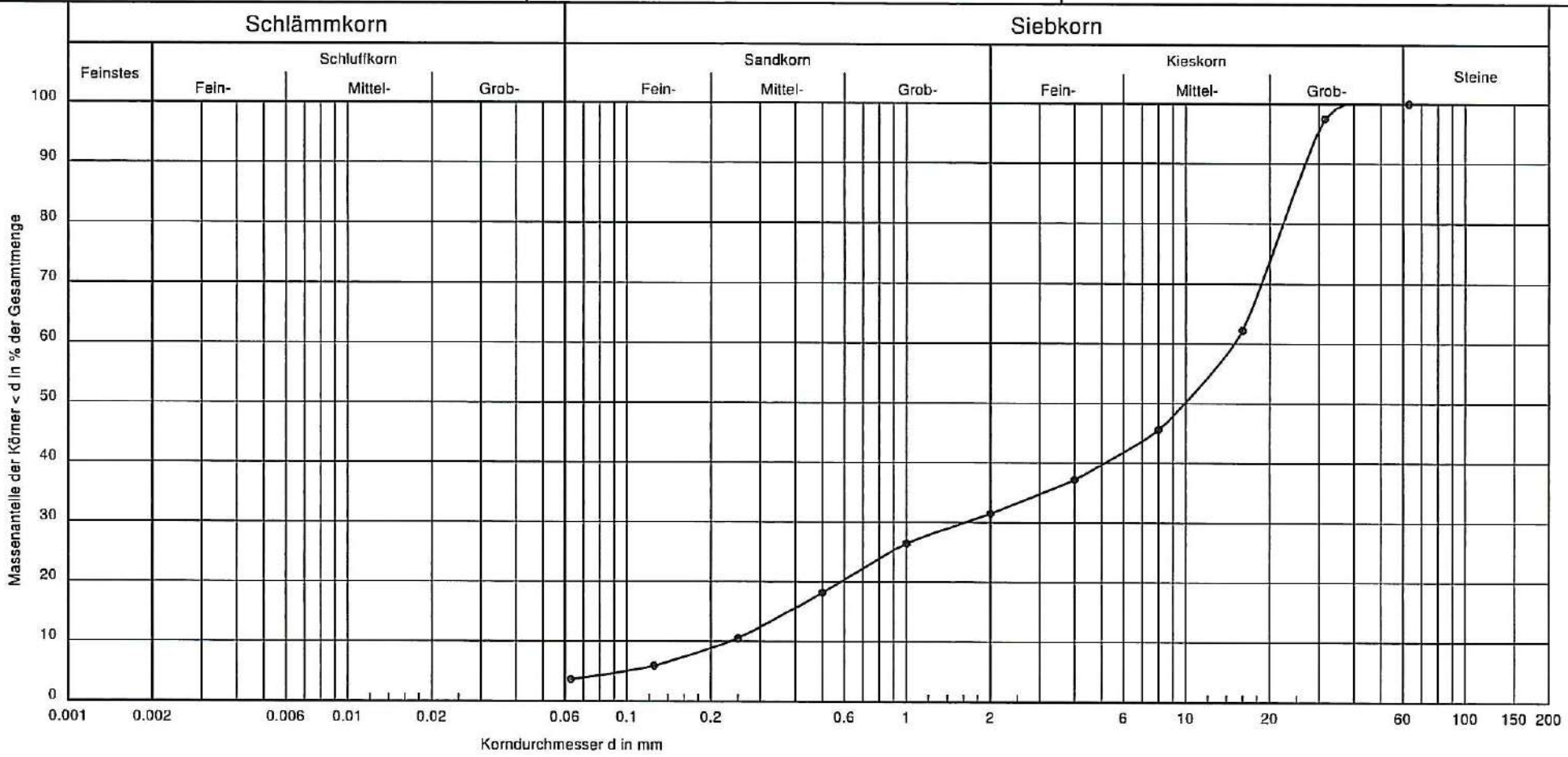
Anlage: 5.2
Projektnr.: P 35.4085

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

Fischaufstieg E2 neu
Schnapperwehr Kinzig

Datum: 05.11.14
Probe entnommen am: 08.10.14
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:	MP BS 1 /2 / 3	Bemerkungen:
Tiefe:	1,4-3,9/0,7-3,5/1,2-1,8	
Bodenart:	G, s	
U/Cc	63.6/0.8	

Anlage: 5.2
Projektnr.: P 35.4085

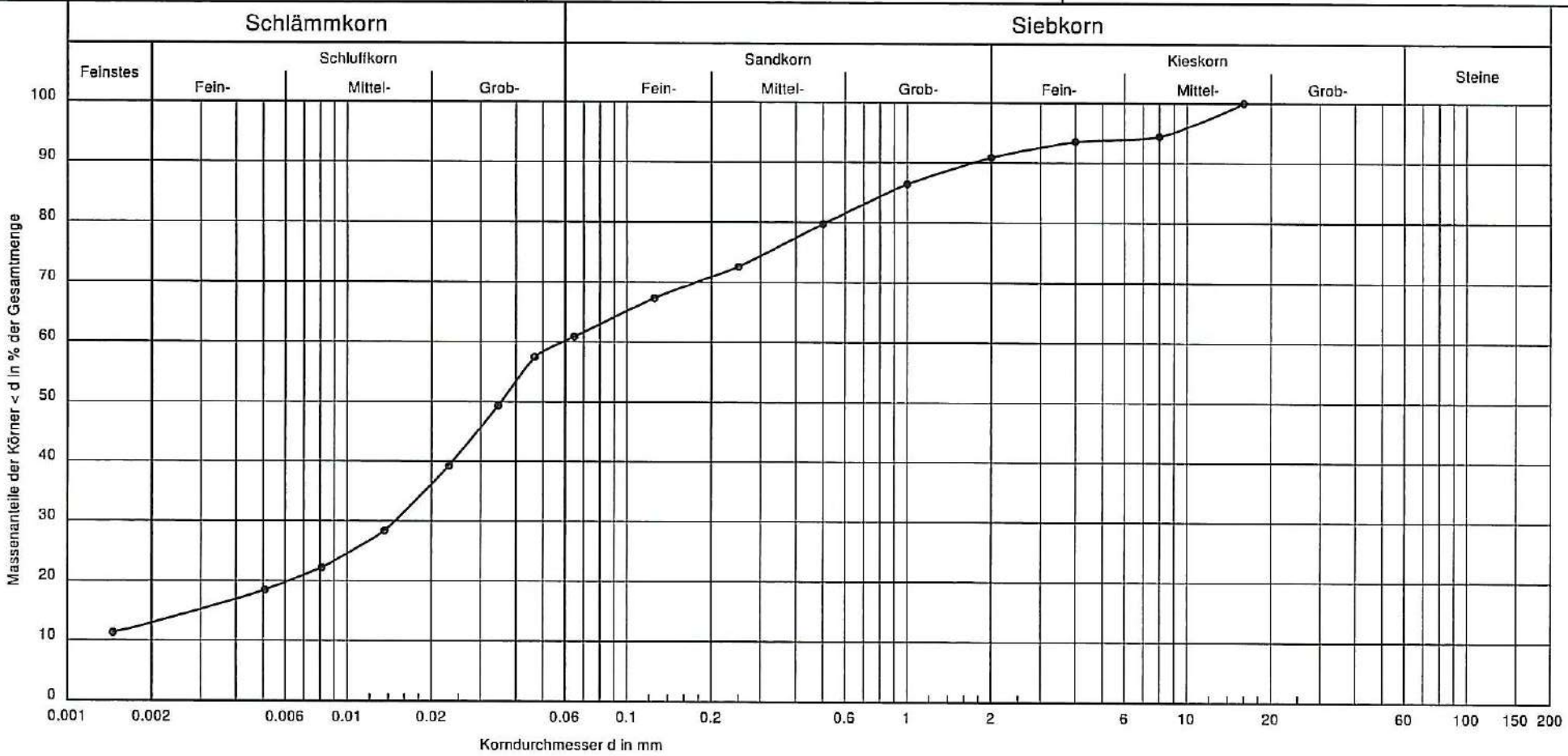
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

Fischaufstieg E2 neu

Schnapperwehr Kinzig

Datum: 05.11.14
Probe entnommen am: 08.10.14
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 3	Bemerkungen:
Tiefe:	0,5 - 1,2	
Bodenart:	T, $\overline{u}$, $\overline{s}$, g'	
U/Cc	-/-	

Anlage: 5.2
Projektnr.: 35.4085

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.3

Projektnr.: P 35.4085

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

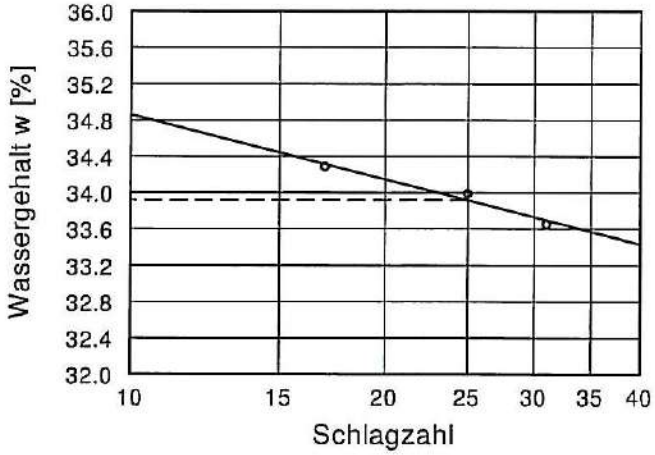
Fischaufstieg E2 neu

Schnapperwehr Kinzig

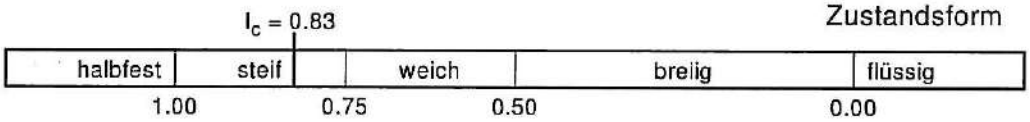
Bearbeiter: Hb

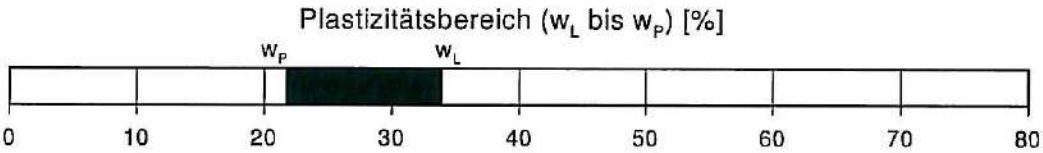
Datum: 05.11.14

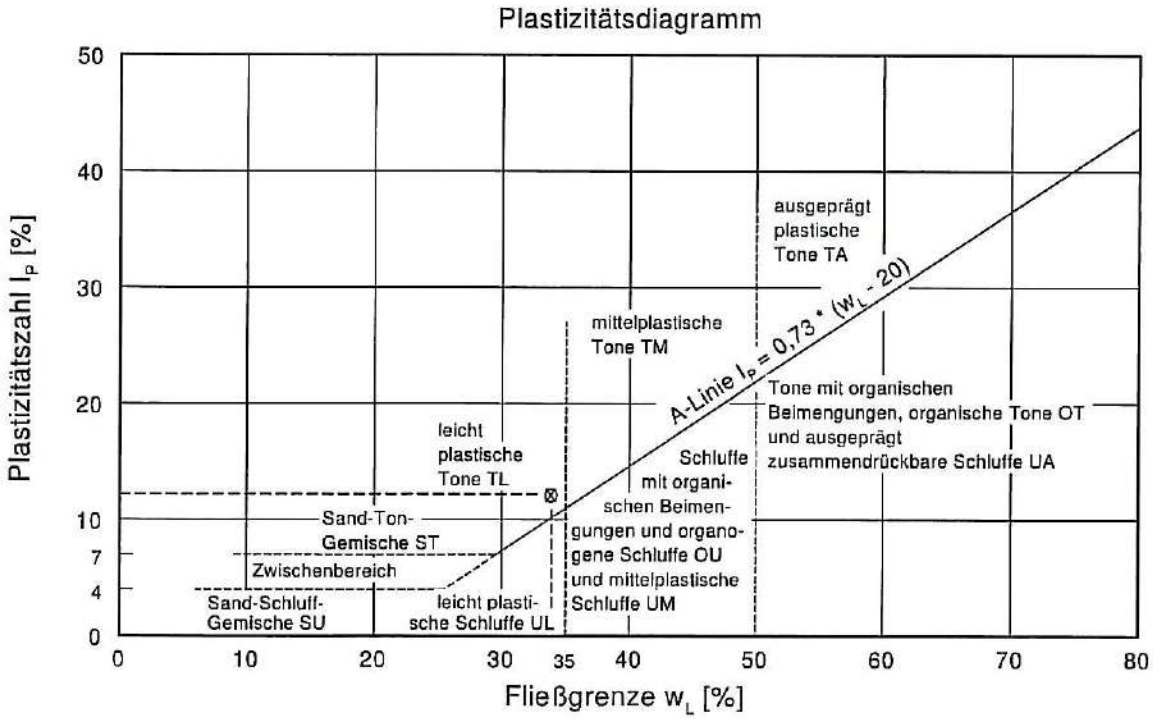
Entnahmestelle: BS 3
Tiefe: 0,5 - 1,2
Bodenart: T, $\bar{u}$, $\bar{s}$, g'
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 08.10.14



Wassergehalt w =	18.6 %
Fließgrenze w_L =	33.9 %
Ausrollgrenze w_P =	21.7 %
Plastizitätszahl I_P =	12.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.83
Anteil Überkorn ü =	22.0 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	23.8 %







DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**5.1**
	Datum:	**19.11.18**
	Bearbeiter:	**Dö**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**

Bestimmung der Schleifwirkung von Gestein **nach NF P 94-430-1**	**Projekt:** **DB Schnappwehr Spundwand**

Entnahmestelle:	BK 1
Entnahmedatum:	16.10.2018
Tiefe:	6,0 - 6,5
Felsbezeichnung:	Gneis

Beschreibung Fläche 1:	Mantelfläche des Kernstücks	
Länge des Verschleißes, Fläche 1, d_1:	0,390	[mm]
Beschreibung Fläche 2:	Mantelfläche des Kernstücks	
Länge des Verschleißes, Fläche 2, d_2:	0,390	[mm]
Länge des Verschleißes, Mittelwert, d:	0,390	[mm]
Abriebindex CAI		
Fläche 1: A_{IN} = 10 x d_1:	**3,9**	**[-]**
Fläche 2: A_{IN} = 10 x d_2:	**3,9**	**[-]**
Mittelwert: A_{IN} = 10 x d:	**3,9**	**[-]**

A_{IN} [-]	**Abrasivitäts - Bezeichnung (Cerchar, 1986)**	**Einstufung**
< 0,3	nicht abrasiv	
0,3 - 0,5	kaum abrasiv	
0,5 - 1,0	schwach abrasiv	
1,0 - 2,0	abrasiv	
2,0 - 4,0	**sehr abrasiv**	**X**
4,0 - 6,0	extrem abrasiv	

DR. SPANG	**DR. SPANG** **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**5.1**
		Datum:	**19.11.18**
		Bearbeiter:	**Dö**
		Projekt-Nr.:	**39.5903**

Bestimmung der Schleifwirkung von Gestein **nach NF P 94-430-1**	**Projekt:** **DB Schnappwehr Spundwand**

Entnahmestelle:	BK 2
Entnahmedatum:	16.10.2018
Tiefe:	10,3 - 10,65
Felsbezeichnung:	Gneis

Beschreibung Fläche 1:	Bruchfläche des Kernstücks	
Länge des Verschleißes, Fläche 1, d_1:	0,195	[mm]
Beschreibung Fläche 2:	Bruchfläche des Kernstücks	
Länge des Verschleißes, Fläche 2, d_2:	0,195	[mm]
Länge des Verschleißes, Mittelwert, d:	0,195	[mm]
Abriebindex CAI		
Fläche 1: A_{IN} = 10 x d_1:	**2,0**	**[-]**
Fläche 2: A_{IN} = 10 x d_2:	**2,0**	**[-]**
Mittelwert: A_{IN} = 10 x d:	**2,0**	**[-]**

A_{IN} [-]	**Abrasivitäts - Bezeichnung (Cerchar, 1986)**	**Einstufung**
< 0,3	nicht abrasiv	
0,3 - 0,5	kaum abrasiv	
0,5 - 1,0	schwach abrasiv	
1,0 - 2,0	**abrasiv**	**X**
2,0 - 4,0	sehr abrasiv	
4,0 - 6,0	extrem abrasiv	

DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**5.2**
	Datum:	**19.11.2018**
	Bearbeiter:	**Dö**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**
Bestimmung der Koeffizienten für Abrieb und Brechbarkeit nach NF P 18-579	**Projekt:** **DB Schnappwehr Spundwand**	

Entnahmestelle:	**BK 2**
Entnahmedatum:	**16.10.2018**
Tiefe:	**0,4 - 6,1**
Bodenart:	**G, s**

Abrieb		
Trockenmasse der Probe M_{g1}:	505,47	[g]
Masse d. Platte vor Versuch M_{p1}:	46,39	[g]
Masse d. Platte nach Versuch M_{p2}:	45,73	[g]
$U = 1000 \times (M_{p1} - M_{p2})$:	666	[g]
$A_{BR} = 1000 \times U / M_{g1}$:	**1318**	[g/t]

Brechbarkeit		
Trockenmasse der Probe M_{g1}:	505,47	[g]
Siebrückstand > 1,6 mm M_{g2}:	232,94	[g]
$B_R = 100 \times ((Mg1 - Mg2) / Mg1)$:	**54**	[%]

DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**5.2**
	Datum:	**19.11.2018**
	Bearbeiter:	**Dö**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**

Bestimmung der Koeffizienten für Abrieb und Brechbarkeit nach NF P 18-579	**Projekt:** **DB Schnappwehr Spundwand**

Entnahmestelle:	**BK 3**
Entnahmedatum:	**16.10.2018**
Tiefe:	**2,0 - 4,0**
Bodenart:	**G, s**

Abrieb		
Trockenmasse der Probe M_{g1}:	498,06	[g]
Masse d. Platte vor Versuch M_{p1}:	46,16	[g]
Masse d. Platte nach Versuch M_{p2}:	45,57	[g]
$U = 1000 \times (M_{p1} - M_{p2})$:	596	[g]
$A_{BR} = 1000 \times U / M_{g1}$:	**1197**	[g/t]

Brechbarkeit		
Trockenmasse der Probe M_{g1}:	498,06	[g]
Siebrückstand > 1,6 mm M_{g2}:	276,37	[g]
$B_R = 100 \times ((Mg1 - Mg2) / Mg1)$:	**45**	[%]

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN
Fakultät Bauingenieurwesen / Architektur – Lehrgebiet Baustoffe

VMPA Betonprüfstelle (B-2012, BPW-1073-97-SN)
"Ständige Betonprüfstelle" (DIN 1045-3, DIN 1045-4)
Prüfstelle für die Produktionskontrolle (DIN EN 206-1 / DIN 1045-2)
RAP Stra 15 Prüfstelle (Fachgebiet H)

Tel.: 0049 351 462-3677
Fax: 0049 351 462-2196
baustoffe@htw-dresden.de

BAUSTOFFLABOR
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden

Prüfzeugnis

Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH
Weilstr. 29
73734 Esslingen/Neckar

Prüfzeichen: 4025-1

Datum: 2018-11-02

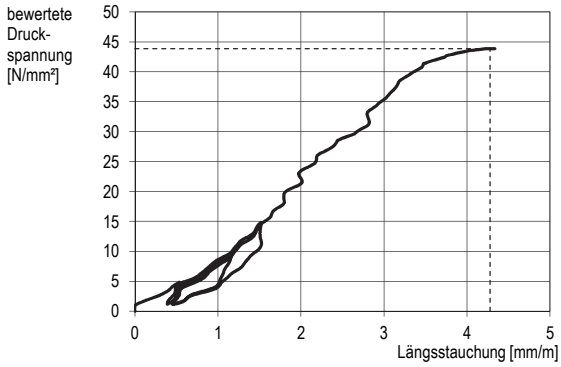
Einaxialer Druckversuch mit zyklischer Belastung

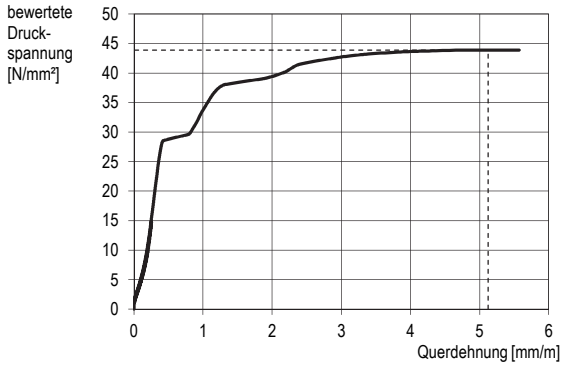
laut Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

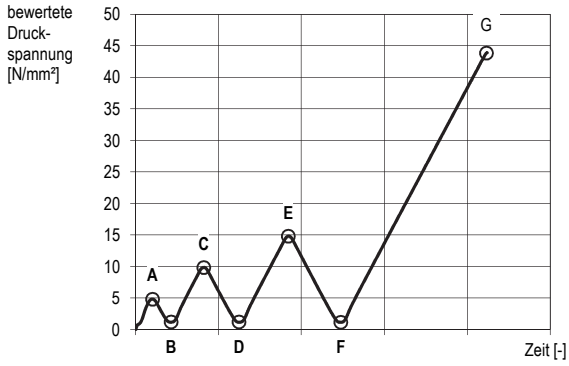
Bauvorhaben:	**P5903 DB Schnappwehr Spundwand**
Material:	**Naturstein**
Aufschluss:	**BK 1**
Entnahmetiefe:	10,6 m - 10,8 m
Probeneingang:	2018-10-22
Prüfdatum:	2018-11-01
Bemerkung:	

Probe		**BK 1, K 3**	
Durchmesser	d	102,8	mm
Höhe	l	182,7	mm
Masse	m	3.872	g
Rohdichte	D	2.553	kg/m³
Druckversuch			
Belastungsgeschwindigkeit	v	14,8	MPa/min
Bruchkraft	F_u	369,9	kN
max. Druckspannung	σ_u	44,6	MPa
Berücksichtigung der Prüfkörpergeometrie			
Schlankheit	l/d	1,78	
Umrechnungsfaktor	k	0,98	
bewertete Druckfestigkeit	$\sigma_{u(2)}$	**43,9**	**MPa**

Prüfablauf und charakteristische Ablesepunkte	**bewertete Druckspannung**	**Dehnungen**		**Sekantenmoduln**	
		Längsstauchung	**Querdehnung**	**Längsstauchung**	**Querdehnung**
	$\sigma_{u(2)}$ [MPa]	$-\varepsilon_l$ [mm/m]	ε_q [mm/m]	[MPa]	[MPa]
Ablesepunkt **A**	4,81	0,54	0,10		
Entlastung 1				25.043	37.091
Ablesepunkt **B**	1,17	0,39	0,00		
Belastung 2				11.231	44.864
Ablesepunkt **C**	9,84	1,16	0,20		
Entlastung 2				12.186	44.447
Ablesepunkt **D**	1,16	0,45	0,00		
Belastung 3				12.835	54.288
Ablesepunkt **E**	14,80	1,52	0,25		
Entlastung 3				12.983	53.761
Ablesepunkt **F**	1,15	0,46	0,00		
Belastung 4				11.414	9.171
Ablesepunkt **G**	43,83	4,20	4,65		
Entlastung 4				-	-
Ablesepunkt **H**	-	-	-		
Belastung 5				-	-
Ablesepunkt **I**	-	-	-		







Die Angaben über Bauwerk, Bauteil und Baustoff wurden vom Auftraggeber übernommen. Das Prüfzeugnis gilt nur in Verbindung mit dem Auftrag und darf nur ungekürzt wiedergegeben werden. Das Prüfzeugnis besteht aus 1 Seite.

Dr.-Ing. Thomas Thiel
Leiter der VMPA-Betonprüfstelle

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN
Fakultät Bauingenieurwesen / Architektur – Lehrgebiet Baustoffe

VMPA Betonprüfstelle (B-2012, BPW-1073-97-SN)
"Ständige Betonprüfstelle" (DIN 1045-3, DIN 1045-4)
Prüfstelle für die Produktionskontrolle (DIN EN 206-1 / DIN 1045-2)
RAP Stra 15 Prüfstelle (Fachgebiet H)

Tel.: 0049 351 462-3677
Fax: 0049 351 462-2196
baustoffe@htw-dresden.de

BAUSTOFFLABOR
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden

Prüfzeugnis

Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH
Weilstr. 29
73734 Esslingen/Neckar

Prüfzeichen: 4025-2

Datum: 2018-11-02

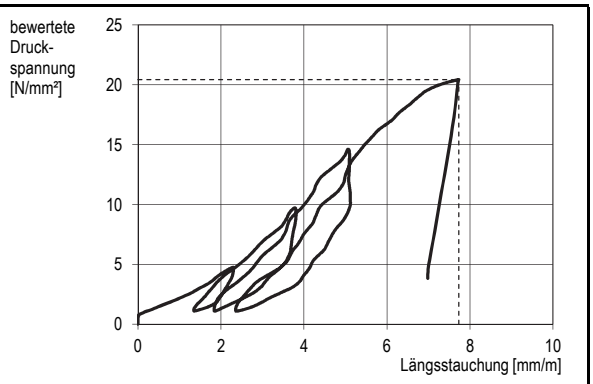
Einaxialer Druckversuch mit zyklischer Belastung

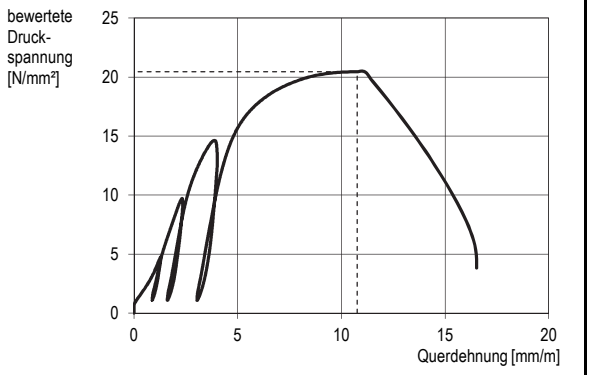
laut Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

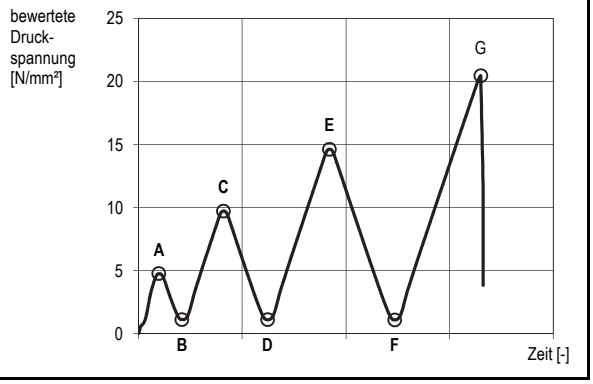
Bauvorhaben:	**P5903 DB Schnappwehr Spundwand**
Material:	**Naturstein**
Aufschluss:	**BK 2**
Entnahmetiefe:	11,7 m - 11,9 m
Probeneingang:	2018-10-08
Prüfdatum:	2018-11-01
Bemerkung:	

Probe		**BK 2, K 1**	
Durchmesser	d	102,5	mm
Höhe	l	151,2	mm
Masse	m	3.172	g
Rohdichte	D	2.542	kg/m³
Druckversuch			
Belastungsgeschwindigkeit	v	14,8	MPa/min
Bruchkraft	F_u	176,2	kN
max. Druckspannung	σ_u	21,4	MPa
Berücksichtigung der Prüfkörpergeometrie			
Schlankheit	l/d	1,48	
Umrechnungsfaktor	k	0,96	
bewertete Druckfestigkeit	$\sigma_{u(2)}$	**20,4**	**MPa**

Prüfablauf und charakteristische Ablesepunkte	**bewertete Druckspannung** $\sigma_{u(2)}$ [MPa]	**Dehnungen** Längsstauchung $-\varepsilon_l$ [mm/m]	**Dehnungen** Querdehnung ε_q [mm/m]	**Sekantenmoduln** Längsstauchung [MPa]	**Sekantenmoduln** Querdehnung [MPa]
Ablesepunkt **A**	4,75	2,29	1,29		
Entlastung 1				3.914	9.010
Ablesepunkt **B**	1,10	1,36	0,88		
Belastung 2				3.559	5.990
Ablesepunkt **C**	9,71	3,78	2,32		
Entlastung 2				4.473	12.284
Ablesepunkt **D**	1,10	1,85	1,62		
Belastung 3				4.212	5.984
Ablesepunkt **E**	14,61	5,06	3,88		
Entlastung 3				5.031	16.266
Ablesepunkt **F**	1,09	2,37	3,05		
Belastung 4				3.613	2.506
Ablesepunkt **G**	20,45	7,73	10,77		
Entlastung 4				-	-
Ablesepunkt **H**	-	-	-		
Belastung 5				-	-
Ablesepunkt **I**	-	-	-		







Die Angaben über Bauwerk, Bauteil und Baustoff wurden vom Auftraggeber übernommen. Das Prüfzeugnis gilt nur in Verbindung mit dem Auftrag und darf nur ungekürzt wiedergegeben werden. Das Prüfzeugnis besteht aus 1 Seite.

Dr.-Ing. Thomas Thiel
Leiter der VMPA-Betonprüfstelle

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN
Fakultät Bauingenieurwesen / Architektur – Lehrgebiet Baustoffe

VMPA Betonprüfstelle (B-2012, BPW-1073-97-SN)
"Ständige Betonprüfstelle" (DIN 1045-3, DIN 1045-4)
Prüfstelle für die Produktionskontrolle (DIN EN 206-1 / DIN 1045-2)
RAP Stra 15 Prüfstelle (Fachgebiet H)

Tel.: 0049 351 462-3677
Fax: 0049 351 462-2196
baustoffe@htw-dresden.de

BAUSTOFFLABOR
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden

Prüfzeugnis

Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH
Weilstr. 29
73734 Esslingen/Neckar

Prüfzeichen: 4025-3

Datum: 2018-11-02

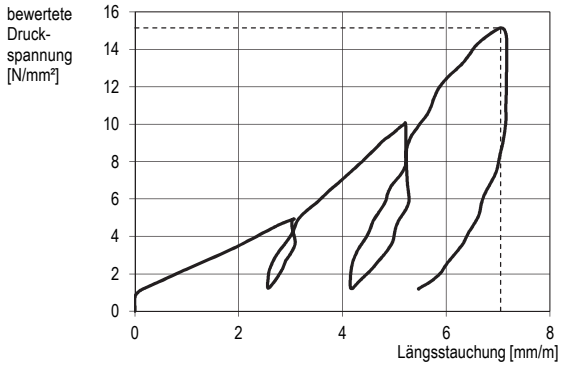
Einaxialer Druckversuch mit zyklischer Belastung

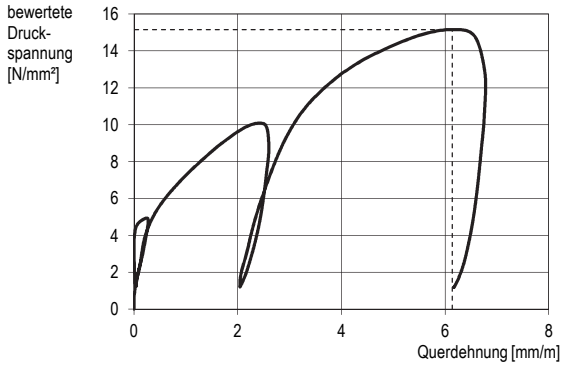
laut Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

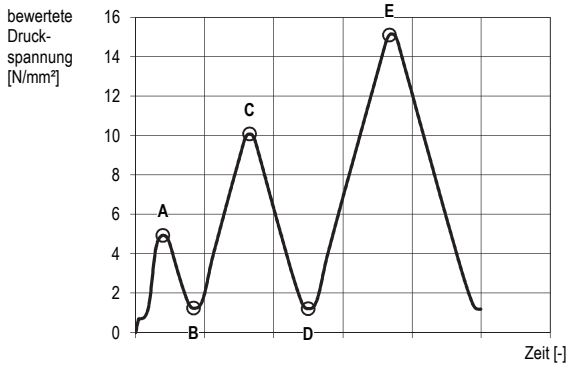
Bauvorhaben:	**P5903 DB Schnappwehr Spundwand**
Material:	**Naturstein**
Aufschluss:	**BK 3**
Entnahmetiefe:	10,2 m - 10,7 m
Probeneingang:	2018-10-08
Prüfdatum:	2018-11-01
Bemerkung:	

Probe		**BK 3, K 4**	
Durchmesser	d	101,9	mm
Höhe	l	201,2	mm
Masse	m	4.270	g
Rohdichte	D	2.602	kg/m³
Druckversuch			
Belastungsgeschwindigkeit	v	15,2	MPa/min
Bruchkraft	F_u	123,7	kN
max. Druckspannung	σ_u	15,2	MPa
Berücksichtigung der Prüfkörpergeometrie			
Schlankheit	l/d	1,97	
Umrechnungsfaktor	k	1,00	
bewertete Druckfestigkeit	$\sigma_{u(2)}$	**15,1**	**MPa**

Prüfablauf und charakteristische Ablesepunkte	**bewertete Druckspannung** $\sigma_{u(2)}$ [MPa]	**Dehnungen** Längsstauchung $-\varepsilon_l$ [mm/m]	**Dehnungen** Querdehnung ε_q [mm/m]	**Sekantenmoduln** Längsstauchung [MPa]	**Sekantenmoduln** Querdehnung [MPa]
Ablesepunkt **A**	4,93	3,07	0,24		
Entlastung 1				7.437	18.206
Ablesepunkt **B**	1,23	2,57	0,04		
Belastung 2				3.355	3.700
Ablesepunkt **C**	10,08	5,21	2,43		
Entlastung 2				8.648	23.168
Ablesepunkt **D**	1,21	4,18	2,04		
Belastung 3				4.929	3.590
Ablesepunkt **E**	15,10	7,00	5,91		
Entlastung 3				-	-
Ablesepunkt **F**	-	-	-		
Belastung 4				-	-
Ablesepunkt **G**	-	-	-		
Entlastung 4				-	-
Ablesepunkt **H**	-	-	-		
Belastung 5				-	-
Ablesepunkt **I**	-	-	-		







Die Angaben über Bauwerk, Bauteil und Baustoff wurden vom Auftraggeber übernommen. Das Prüfzeugnis gilt nur in Verbindung mit dem Auftrag und darf nur ungekürzt wiedergegeben werden. Das Prüfzeugnis besteht aus 1 Seite.

Dr.-Ing. Thomas Thiel
Leiter der VMPA-Betonprüfstelle

Schnapperwehr; BK 1 – Endteufe 12,3 m

0 1 2 3

1 2 3 4

4 5 6 7

5 6 7 8

8

9

10

11

12

9

10

11

12

13

Schnapperwehr; BK 2 Endteufe 15 m

0 1 2 3

1 2 3 4

4 5 6 7

5 6 7 8

8 9

9 10

10 11

11 12

Schnapperwehr; BK 3 Endteufe 12 m

8
9
10
11
9
10
11
12

DR. SPANG	Entnahmeprotokoll Wasserprobe	FO-8.5.1-23

PROJEKT:	P 5903	**DATUM:**	16.10.2018	**ANLAGE:**	7.1

AUFTRAGGEBER: DB Netz AG

Ort der Probennahme: Haslach, Schnupperwehr
Datum der Probennahme: 15 min
Wasserprobe-Nr.: WP1
Probennehmer: Herr Jakobi

Art der Probe: Schöpfprobe
Probennahmestelle: Rammbohrung KB2
Probennahmezeit: 14:30
Entnahmegerät: Schöpfgerät

Wasserspiegel: **vor Entnahme:** 1,60 m u. GOK
während Entnahme: 1,60 m u. GOK
Bezeichnung des Ansatzpunktes (z.B. OK Rohr): GOK
Entnahmetiefe: 1.6
Pumpdauer vor Probennahme: /
Förderstrom / Schüttung:

Wahrnehmungen am Wasser
Farbe: braun
Trübung: deutlich trüb
Geruch: ohne besondere Wahrnehmung

Messungen vor Ort:
Temperatur [°C]:
pH-Wert:
O2-Gehalt [mg/l]:
Leitfähigkeit [µS/cm]:
Redoxpotential [mV]:

Besondere Beobachtungen:

Konservierungsmaßnahmen: nach Vorgabe Labor *
* Achtung: Schlammige Wasserproben nur dekantiert o. filtriert abfüllen, insbes. bei Proben zur SM-Bestimmung !

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

DR. SPANG ING. GES.F.BAUW GMBH
WEILSTR. 29
73734 ESSLINGEN / NECKAR

Datum	24.10.2018
Kundennr.	27019996

PRÜFBERICHT 2816871 - 435891

Auftrag	**2816871 P5903 / Bv Schnapperwehr**
Analysennr.	**435891 Wasser**
Probeneingang	**17.10.2018**
Probenahme	**16.10.2018**
Probenehmer	**Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung	**BK 2 / WP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert		Methode
Sensorische Prüfungen						
Färbung (Labor)		**braun**				DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Trübung (Labor) *		**undurchsichtig**				visuell
Geruch (Labor)		**aromatisch**				DEV B 1/2 : 1971
Physikalische Parameter						
pH-Wert (Labor)		**7,4**	0			DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	**265**	10			Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	**296**	10			DIN EN 27888 : 1993-11
Kationen						
Ammonium (NH4)	mg/l	**0,10**	0,03			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	**23**	1			DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	**4,8**	1			DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Anionen						
Chlorid (Cl)	mg/l	**34**	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO3)	mg/l	**2,0**	1			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	**18**	2			DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	**<0,05**	0,05			DIN 38405-27 : 1992-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	**1,49**	0,1			DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	**1,35**	0,1			DIN 38409-7-1: 2004-03
Summarische Parameter						
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	**20**	0,5			DIN EN ISO 8467 : 1995-05
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	**5,1**	0,13			DIN EN ISO 8467 : 1995-05
Berechnete Werte						
Carbonathärte	°dH	**4,2**	0,3			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	**41,7**				Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	**0,15**	0			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	**1,46**	0			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	**4,3**	1			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	**43,2**				Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	**<1**	1			DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	**0,771**	0,18			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

DOC-0-8783715-DE-P1

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 24.10.2018
Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT 2816871 - 435891

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert		Methode
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *		**nicht angreifend**				DIN 4030-1 : 2008-06

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Beginn der Prüfungen: 18.10.2018
Ende der Prüfungen: 24.10.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

Patricia Roßberg

AGROLAB Labor GmbH, Patricia Roßberg, Tel. 08765/93996-53
patricia.rossberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

DOC-0-8783715-DE-P2

DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**7.3**
	Datum:	**29.10.2018**
	Bearbeiter:	**Jak**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**
Prüfung und Beurteilung von betonangreifenden Wässern nach DIN 4030 Teil 1:2008-06	**Projekt:** **Schnapperwehr, Haslach**	

Bauvorhaben: Fischaufstieg Schnapperwehr Haßlach

Objekt: Grundwasser

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.:	435891	Auftrags-Nr.:	2816871
Entnahmestelle:	BK 2	Art des Wassers:	Schichtenwasser/Grundwasser
Entnahmetiefe:	1,8 m		
Entnahmedatum:	16.10.2018		
Probeneingang:	17.10.2018	Probenehmer:	Herr Jakobi
Geländeverhältnisse am Entnahmeort:	eben		

Chemisches Merkmal	**3. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1:2008-06**				
Grundwasser					
	Prüfergebnis	**XA1** schwach angreifend	**XA2** mäßig angreifend	**XA3** stark angreifend	**Milieu zu hoch!**
pH - Wert	7,4	≤ 6,5 und ≥ 5,5	< 5,5 und ≥ 4,5	< 4,5 und ≥ 4,0	< 4,0
Magnesium (Mg^{2+})	4,8 mg/l	≥ 300 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung	
Ammonium (NH_4^+)	0 mg/l	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100	> 100
Sulfat (SO_4^{2-})	18 mg/l	≥ 200 bis ≤ 600	> 600 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 6000	> 6000
CO_2 (angreifend)	< 1,0 mg/l	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung	
Sulfid (S^{2-})	< 0,1 mg/l	-	-		

n.n. - nicht nachweisbar

Der schärfste Wert für jedes einzelne Element bestimmt die Klasse.
Wenn **zwei oder mehrere** angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen,
muss die Umgebung der **nächsthöheren Klasse** zugeordnet werden, sofern nicht in einer speziellen Studie
für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

4. Beurteilung:	**nicht aggressiv**

DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**7.3**
	Datum:	**29.10.2018**
	Bearbeiter:	**Jak**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**

Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929, Teil 3

Projekt:

Schnapperwehr Spundwand

Bauvorhaben: Fischaufstieg Schnapperwehr Haslach

Objekt: Grundwasser

1. Allgemeine Angaben

Analysennummer:	435891		
Entnahmestelle:	BK2	Art des Wassers:	Grundwasser
Entnahmetiefe:	1,8 m		
Entnahmedatum:	16.10.2018		
Probeneingang:	17.10.2018	Probenehmer:	Jakobi
Geländeverhältnisse am Entnahmeort:	eben		

Nr.	Merkmal und Dimension		Einheit / Prüfergebnisse	Bewertungsziffer für unlegierte Eisen	Bewertungsziffer für verzinkten Stahl
1	**Wasserart**			N_1	M_1
	fließende Gewässer		**x**	**0**	**-2**
	stehende Gewässer			-1	1
	Küste von Binnenseen			-3	-3
	anaeerob. Moor, Meeresküste			-5	-5
2	**Lage des Objektes**			N_2	M_2
	Unterwasserbereich		**x**	**0**	**0**
	Wasser/Luft-Bereich			1	-6
	Spritzwasserbereich			0,3	-2
3	**c (Cl-) + 2 c (SO_4^{2-})**		mol/m³	N_3	M_3
	<	1		0	0
	>	1 bis 5	**1,33**	**-2**	**0**
	>	5 bis 25		-4	-1
	>	25 bis 100		-6	-2
	>	100 bis 300		-7	-3
	>	300		-8	-4
4	**Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität $_{KS4,3}$)**		mol/m³	N_4	M_4
	<	1		1	-1
		1 bis 2	**1,49**	**2**	**1**
	>	2 bis 4		3	1
	>	4 bis 6		4	0
	>	6		5	-1
5	**c (Ca^{2+})**		mol/m³	N_5	M_5
	<	0,5		-1	0
		0,5 bis 2	**0,58**	**0**	**2**
	>	2 bis 8		1	3
	>	8		2	4
6	**pH - Wert**			N_6	M_6
	<	5,5		-3	-6
		5,5 bis 6,5		-2	-4
	>	6,5 bis 7,0		-1	-1
	>	7,0 bis 7,5	**7,4**	**0**	**1**
	>	7,5		1	1
7	**Objekt/Wasser-Potential U_H**		V	N_7	
	(zur Feststellung der Fremdkathoden)				
	>	-0,2 bis -0,1		-2	
	>	-0,1 bis 0,0		-5	
	>	0,0		-8	

Probenahme und analytische Bestimmungen nach DIN 50 930, Teil 1

DR. SPANG **Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH**	**Anlage:**	**7.3**
	Datum:	**29.10.2018**
	Bearbeiter:	**Jak**
	Projekt-Nr.:	**39.5903**
Beurteilung von Wässern auf die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe nach DIN 50 929, Teil 3	**Projekt:** **Schnapperwehr Spundwand**	

Bauvorhaben: Fischaufstieg Schnapperwehr Haslach

Objekt: Grundwasser

Entsprechend Tab. 6 aus DIN 50 929 / T. 3 ergeben sich nachfolgende Bewertungsziffern

		Bewertungsziffer für unlegierte Eisen		Bewertungsziffer für verzinkten Stahl	
1.	Wasserart	N_1	0	M_1	-2
2.	Lage des Objektes	N_2	0	M_2	0
3.	$c(Cl^-) + 2\,c(SO_4^{2-})$	N_3	-2	M_3	0
4.	Säurekapazität	N_4	2	M_4	1
5.	Calcium	N_5	0	M_5	2
6.	pH - Wert	N_6	0	M_6	1
7.	Objekt/Wasser-Potential U_H	N_7			

N1 und N2 basiert auf örtlicher Einschätzung

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50 929/T. 3, Tab. 7):

1. Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

				Mulden- und Lochkorrosion	Flächen-korrosion
1.1	Freie Korrosion im Unterwasserbereich	$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3/N_4$	W_0 = **0,00**	sehr gering	sehr gering
1.2	Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze	$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \times N_3$	W_1 = **0,00**	sehr gering	sehr gering

Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit (DIN 50 929/T. 3, Tab. 8):

				Abtragungsrate w (100 a) in mm/a	max. Eindringtiefe W_{Lmax}(30a) in mm/a
1.3	Freie Korrosion im Unterwasserbereich	W_0 =	**0,00**	0,01	0,05
1.4	Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze	W_1 =	**0,00**	0,01	0,05

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit (DIN 50 929 / T. 3, Tab. 5):

2. Feuerverzinkte Stähle

				Güte der Deckschichten
2.1	Ausbildung der Deckschicht im Unterwasserbereich	$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6$	W_D = **2**	sehr gut
2.2	Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze	$W_L = W_D + M_2$	W_L = **2**	sehr gut