
INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Dipl.-Ing. Robert Breder
Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Beratende Ingenieure VBI

Sachverständige für Erd- und Grund-
bau nach Bauordnungsrecht

Prüfstelle nach RAP Stra 10,
Fachgebiete A1 und A3

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten
Tel. 0 7661 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75
www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Geotechnischer Vorbericht

**für die Bebauung des „Reichswaisenhaus-Areals“
in Lahr**

Auftraggeber:

BHB Bauwert
Objektgesellschaft Lahr
Reichswaisenhaus mbH
Pariser Ring 1
76532 Baden-Baden

Unsere Auftragsnummer:

15250/S-R

Bearbeiter:

Herr Scherzinger / Herr Renk

Ort, Datum:

Kirchzarten, 29. Februar 2016/S-R

1 Veranlassung

Die BHB Bauwert Objektgesellschaft Lahr Reichswaisenhaus mbH, Baden-Baden beabsichtigt auf dem „Reichswaisenhausareal“ in Lahr eine Wohnbebauung zu errichten. Planer für das Bebauungsplanverfahren ist die fsp stadtplanung, Fahle Stadtplaner Partnerschaft, Freiburg. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde durch die Bauherrenschaft auf Grundlage des Angebotes vom 15.10.2015 beauftragt, für die geplante Baumaßnahme geotechnische Leistungen zu erbringen. Diese umfassen entsprechend unserem Honorarvorschlag und absprachegemäß eine orientierende Baugrunderkundung und Gründungsberatung.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die im Rahmen des vorliegenden Berichtes aus den Ergebnissen der Baugrunderkundungen abgeleiteten Angaben lediglich orientierenden Charakter haben und daher nicht vollumfänglich dem Leistungsbild Geotechnik (Grundleistungen) der HOAI 2013, Anlage 1, 1.3, entsprechen.

Untersuchungen auf Verunreinigungen des Erdreichs im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Bei der geotechnischen Auswertung der Untergrundaufschlüsse wurden Auffüllungen angetroffen, die örtlich auch Bauschutt enthalten.

2 Unterlagen

- **fsp.stadtplanung, Freiburg:**

- [U1] Lageplan Städtebaulicher Entwurf, Stand: 16.12.2015
- [U2] Schematische Geländeschnitte, M 1:200/500, Stand: 16.12.2015 bzw. 21.01.2016

- **Ortmann Ingenieurbüro für Vermessung Vermessungsbüro GbR, Offenburg:**

- [U3] Übersichtsplan Bohrpunkte inkl. Höhenlagen, per E-Mail übermittelt am 14.01.2016

- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**

- [U4] Protokolle von Ortsbesichtigungen und Besprechungen
- [U5] geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
- [U6] Honorarangebot zum Bauvorhaben, 15.10.2015

- [U7] allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

3.1.1 Geotechnische Untersuchungen

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik GbR ausgewertet ([U4, U5, U7]).

Der Schichtenaufbau wurde vom 12. bis 18.01.2016 stichprobenartig durch vierzehn 1,7 m bis 6,0 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen (d = 40 - 80 mm)** erkundet. Ergänzend wurden neun **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen zwischen 4,8 m und 12,0 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der überwiegend körnigen Erdstoffe und zur Ermittlung der Tiefenlage der vermuteten Felsoberfläche sowie in Hinblick auf einen flächenhafteren bzw. tiefer reichenden Baugrundaufschluss durchgeführt. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Das Einmessen und Auspflocken der Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen im Gelände erfolgte durch das Ingenieurbüro für Vermessung GbR, Ortmann, Offenburg ([U3]).

Im Lageplan der Anlage 1 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind in den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3).

Die Erdstoffproben werden bis 4 Wochen nach Abgabe des Geotechnischen Berichts bei uns gelagert und anschließend entsorgt.

Die Sondierungen RS1, RS3 und RS7 wurden zu bauzeitlichen Grundwassermessstellen ausgebaut. Hier erfolgten **Stichtagmessungen**.

3.1.2 Umwelttechnische Untersuchungen

Umwelttechnische Untersuchungen an den gewonnenen Proben wurden auftragsgemäß nicht durchgeführt.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das „Reichswaisenhaus-Areal“ befindet sich im Nordosten von Lahr in Hanglage. Örtlich sind im Baubereich noch Bestandsgebäude vorhanden, die zum Teil denkmalgeschützt sind und deshalb auch erhalten bleiben sollen. Ein Teil der Bebauung wird abgerissen. Außerhalb der bebauten Bereiche und den zugehörigen, meist mit einem Schwarzdeckenbelag versehenen Zuwegungen, ist das Baufeld teilweise mit Bäumen, Sträuchern und Hecken bestanden, im Süden sind Wiesenflächen vorhanden. Insbesondere im Osten des Baugebiets ist das Gelände stark zugewachsen und entsprechend unzugänglich.

Tendenziell fällt das Bebauungsgrundstück von ca. 243 mNN im Norden (Alt Vaterstraße) auf ca. 203 mNN im Süden (Bestandsbebauung entlang der Bürklinstraße), wobei der mittlere Böschungswinkel ca. 10° bis 15° gegen die Horizontale beträgt. Aufgrund der früheren Nutzung u. a. als Gärtnereigelände und der vormaligen bzw. bestehenden Bebauung ist die Geländeoberfläche bereichsweise terrassiert. Im Westen bildet die Alt Vaterstraße (Nordwesten) bzw. die Bestandsbebauung entlang der Alt Vaterstraße (Südwesten) die Baufeldgrenze, östlich des Baufeldes sind vornehmlich bewaldete Grünflächen vorhanden.

Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25.000, Blatt 7613 Lahr / Schwarzwald-Ost, [U7], und in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Baugrunderkundungen (s. u.) besteht der Tieferer Untergrund im Baufeld aus Buntsandstein, der von Löss und Lösslehm mit in Richtung Süden (talwärts) zunehmender Mächtigkeit überlagert wird. Insbesondere im Nordosten des Baufeldes reicht der Buntsandstein bzw. dessen Verwitterungsprodukte bis nahe an die Geländeoberfläche heran ([U4]). Infolge von in der Vergangenheit stattgefundenen geologischen Umlagerungsprozessen sind im Baugebiet in der Decklage aus Löss und Lösslehm auch Hangschuttmaterialien aus Buntsandstein eingelagert. Die Abfolge von lössartigen Materialien und gemischtkörnigem Hangschutt ist uneinheitlich und örtlich stark wechselhaft.

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in den Anlagen 2.1 bis 2.5 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten/Homogenbereichen festgestellt:

► **Mutterboden**

Schichtunterkante: ca. 0,1 bis 0,45 m u. GOF

► **Auffüllung**

Schichtunterkante: ca. 0,2 bis 1,7 m u. GOF

Verbreitung: nicht in allen Aufschlüssen angetroffen

Zusammensetzung: Schluff, schwach bis stark sandig/feinsandig, schwach bis stark kiesig, schwach tonig bis tonig; örtlich durchwurzelt, Wurzelreste, Holzkohlereste, Sandstein- und Ziegelbruchstücke und Ton, sandig/feinsandig, schluffig, einzelne Kiesgerölle bis kiesig; örtlich durchwurzelt, Wurzelreste, Ziegelbruchstücke

Kies, schwach bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig; örtlich Ziegel-, Beton- und Sandsteinbruchstücke, Schwarzdeckenreste

Lagerungsdichte/Konsistenz: erfahrungsgemäß inhomogen (locker bis dicht) bzw. weich

Farbe: grau bis braun, dunkelbraun, schwarzbraun, beige-braun, rötlichbraun, rötlichgrau

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet; es ist wasser- und frostempfindlich sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar.

Umwelttechnische Beurteilung: aufgrund der vorhandenen Bauschuttanteile besteht grundsätzlich Schadstoffverdacht; auftragsgemäß wurden bis dato keine Untersuchungen durchgeführt

► **Decklage (Löss, Lösslehm)/gemischtkörniger Hangschutt**

Schichtunterkante: ca. 1,7 m (Norden) bis 9,0 m (Süden) u. GOF, lokal ggf. auch tiefer

Verbreitung: in BS8 und RS10 (Nordosten) nicht angetroffen.

Zusammensetzung: Schluff (i. d. R. lössartig), schwach feinsandig, schwach tonig bis tonig; örtlich einzelne Kiesgerölle bis kiesig (Quarzkörner, Lösskindl), eingelagerte Sandlinsen, Sandsteinbruchstücke, Wurzelreste, Schneckenschalenstücke und

Konsistenz:	Ton (gemäß DIN 18196: TL, TL/TM), schluffig, schwach sandig/feinsandig bis sandig/feinsandig; örtlich einzelne Kiesgerölle, Sandsteinbruchstücke, Schneckenschalenstücke, durchwurzelt und
Farbe:	Sand, stark schluffig, schwach kiesig, schwach tonig; weich bis steif (s. Anlage 3.3); örtlich halbfest braun, dunkelbraun, rötlichbraun/rotbraun, beige-braun, ockerbraun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten bedingt geeignet; es ist stark wasser- und frostempfindlich und weist eine geringe bis mittlere Scherfestigkeit sowie mittlere bis große Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	kein begründeter Schadstoffverdacht; auftragsgemäß wurden bis dato keine Untersuchungen durchgeführt

► **stark verwitterter / verwitterter Buntsandstein**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 1,7 m (BS3) bis 12,0 m (RS12) unter GOF
Zusammensetzung:	aus Verwitterungsprodukten des Tieferen Untergrundes (s. u.); überwiegend aus gemischtkörnigen Erdstoffen mit wechselndem Hauptbestandteil: Sand, Kies und Schluff
Lagerungsdichte:	i. d. R. mitteldicht, zum Teil locker und sehr dicht
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet; es ist stark wasser- und frostempfindlich und weist eine mittlere Scherfestigkeit und Zusammendrückbarkeit auf.

► **Tieferer Untergrund: Buntsandstein**

Schichtoberkante:	nicht festgestellt
Zusammensetzung:	gemäß [U5] i. d. R. aus geklüftetem, mürben bis harten Sandstein, dessen Kornbindung je nach Witterungseinfluss stark schwankt (auch in größerer Tiefe unter GOF bereichsweise noch verwittert).
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten

gut geeignet; es weist eine vergleichsweise hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.

Der in den Anlagen 2 dargestellte Verlauf der Oberfläche des stark verwitterten / verwitterten Buntsandsteins wurde aus den bisherigen Ergebnissen der Baugrunderkundungen abgeleitet und ist vergleichsweise unsicher, da bezogen auf die Größe der Baufläche für die Voruntersuchung nur vergleichsweise wenig Baugrundaufschlüsse vorliegen (z. B. Abstand der Bohransatzpunkte i. d. R. ca. 40 bis 70 m). Außerdem reichen die Kleinbohrungen teilweise nicht ausreichend tief oder mit den Kleinrammkernbohrungen konnte manchmal nicht zweifelsfrei festgestellt werden, ob im Bereich der Bohrendtiefe festgestellte Verwitterungsprodukte des Buntsandsteins bereits den Übergang zum Festgestein oder ein in die lössartigen Erdstoffe eingelagerten grobkörnigen Hangschuttbestandteil (z. B. Stein) darstellen.

3.3 Wasserverhältnisse

Aufgrund der Lage des Baugebiets an einem Hang mehrere 10er Meter oberhalb der Talsohle ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel in einer für die Bauvorhaben maßgebenden Tiefe auszuschließen. Da in keiner der drei bauzeitlichen Grundwassermessstellen bei den durchgeführten Messungen Wasser angetroffen wurde und die bei den Bohrungen aufgeschlossenen Böden durchweg nicht stärker vernässt waren, ist zudem davon auszugehen, dass im Untersuchungsbereich kein zusammenhängender Hang- / Schichtwasserspiegel in einer für die Bauvorhaben relevanten Tiefe vorhanden ist. Unabhängig davon muss jedoch insbesondere nach größeren Niederschlagsereignissen örtlich in den fein- / gemischtkörnigen Böden mit variablem Schicht- oder Stauwasser gerechnet werden. Erfahrungsgemäß handelt es sich dabei aber nicht um dauerhafte, sondern nur um temporäre Wasservorkommen. Ferner ist davon auszugehen, dass auf den Trennflächen des Festgesteins örtlich Kluftwässer vorhanden sind.

In Bezug auf die Bauwerke ist mit versickerndem Niederschlagswasser bzw. zufließenden Schicht-, Stau- und Oberflächenwasser zu rechnen, das sich im Bereich der wiederverfüllten Arbeitsräume der Baugrube auf den nur vergleichsweise gering durchlässigen Böden aufstauen kann.

3.4 Erdbeben

Gemäß DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe April 2005) sowie der dazugehörigen „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ liegt das Bauvorhaben in der **Erdbebenzone 1** und es müssen zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenerschütterungen folgende Werte angesetzt werden bzw. ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- Bemessungswert der **Bodenbeschleunigung**: $a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$
- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes ab 20 m unter GOF: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften (zwischen 3 und 20 m unter GOF): i. d. R. C, im nördlichen Baufeld B möglich

4 Geotechnische Beratung

4.1 Baumaßnahme und Lasten

Geplant sind derzeit höhengestaffelt vier Häuserreihen mit bis zu drei Vollgeschossen, die jeweils unterkellert ausgeführt werden sollen. Aufgrund der Hanglage binden die geplanten Gebäude hangseitig bis zu mehreren Metern in das vorhandene Gelände ein, talseitig sind den vorliegenden Planunterlagen nach Einbindetiefen zwischen ca. 0 und 2 m vorgesehen. Zur weiteren Anpassung an die Geländetopographie soll bei einigen Gebäuden (z. B. Gebäude 2.2 und 4.3, s. Anlagen 2.2 und 2.3) das Untergeschosses abgetrepppt ausgeführt werden. Durch die Versprünge in den Bodenplatten schneiden die hangseitigen und talseitigen Gebäudeteile nur geringfügig in die vorhandene Geländeoberfläche ein, in den zentralen Bereichen ergeben sich Einbindetiefen bis zu 7 m. Die in den vorliegenden Plänen angegebenen Höhenlagen können sich im Zuge der weiteren Planung ggf. noch deutlich ändern, u. a. weil die Erschließung des Baugebietes einschließlich der Höhenlagen der Straßen noch nicht abschließend feststeht.

Angaben zu Bauwerkslasten liegen aufgrund des frühen Planungsstadiums derzeit noch nicht vor.

4.2 Gründungsberatung

Geotechnische Randbedingungen: Aufgrund der Vielzahl an Gebäuden, der Lage des Baugebietes an einem Hang, der unterschiedlichen Dicke der weniger tragfähigen Decklage und der sehr wechselhaften Einbindetiefe der Gebäude und Gebäudeteile unter die vorhandene Geländeoberfläche sind die Gründungsverhältnisse im Baubereich vergleichsweise sehr wechselhaft. Im Bereich der planmäßigen Gründungssohlen stehen in weiten Teilen des Baugebiets die **mittel bis stark zusammendrückbaren und gering bis mittel tragfähigen**, fein- bis gemischtkörnigen Böden der **Decklage** und des Hangschutts an. Insbesondere im Norden sind dabei die unterhalb der Bodenplatten verbleibenden Decklagenmächtigkeiten vergleichsweise gering, stellenweise binden hier die Gebäude auch in den **stark verwitterte / verwitterte Buntsandstein** mit einer **mittleren Zusammendrückbarkeit und Tragfähigkeit** ein. In den südlichen Baufeldbereichen beträgt die Mächtigkeit der Erdstoffe der Decklage unterhalb der Gründungssohlen i. d. R. mehrere Meter.

Gründungsart: Bei den vorliegenden Verhältnissen erscheint grundsätzlich eine **Flachgründung** der Gebäude auf **Einzel- und Streifenfundamenten** oder auf einer **tragenden Bodenplatte** möglich. Die Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten kann insbesondere bei weniger hohen und damit leichteren Gebäuden (z. B. Gebäude 5.1 bis 5.7, Anlage 2.3 und 2.5) oder auch bei höheren (schwereren) Gebäuden, wenn die Decklage nicht weit unter die Gründungssohle reicht (z. B. Gebäude 2.1 und 3.4, vgl. Anlagen 2.1 und 2.5) eine wirtschaftliche Gründung darstellen. Die hierbei auftretenden Setzungen können ggf. durch bauliche Maßnahmen, z. B. Einbau einer „druckverteilenden Schicht“ (z. B. unter höher belasteten Einzelfundamenten) oder durch eine Tieferführung der Fundamente (Unterbeton) bis auf eine besser tragfähige Schicht, vermindert werden. Sollten die Setzungen oder auch die Setzungsdifferenzen zu groß oder aufgrund der Tragfähigkeit sehr große Fundamente erforderlich werden, so ist die Gründung auf einer „**tragenden Bodenplatte**“ möglich.

Aufgrund der Hanglage werden bei gleicher Belastung und gleicher Höhenlage der Gründungssohlen tendenziell auf der Talseite größere Setzungen als auf der Hangseite auftreten. Die unteren, ins Erdreich einbindenden Geschosse sollten deshalb vergleichsweise steif aus Stahlbeton ausgeführt werden, um Setzungsdifferenzen besser ausgleichen zu können.

Wenn unterhalb der Gründungssohlen eines Gebäudeteils **feinkörnige Erdstoffe** mit **mehrerer Metern Mächtigkeit** vorhanden sind und ein anderer Gebäudeteil annähernd in oder in den **stark verwitterten / verwitterten Buntsandsteinen** gegründet wird (z. B. bei Gebäuden mit großen Höhenversätzen in der Bodenplatte, z. B. Gebäude 2.2 und 4.3, vgl. Anlagen 2.2 und 2.3) kann es zur Vermeidung bauwerksunverträglicher Differenzsetzungen erforderlich werden, in Teilbereichen des Gebäudes Tiefgründungen auszuführen (ggf. Gründung einheitlich auf dem stark verwitterten / verwitterten Buntsandstein). Ggf. kann es auch sinnvoll bzw. erforderlich sein, unter Teilbereichen des Gebäudes zusammendrückbarere Erdstoffe im Bereich des stark verwitterten / verwitterten Buntsandsteins einzubauen, d. h. einen Bodenaustausch von steiferem gegen weiches Material auszuführen, um hier künstlich Setzungen zu erzeugen (z. B. im hinteren Bereich von Haus 3.2, s. Anlage 2.4).

Da aufgrund des frühen Planungsstadiums die Höhenlagen der Bodenplatten der Gebäude noch nicht endgültig feststehen (s. o.) und auch noch keine Angaben zu Lasten vorliegen, kann eine konkrete Gründungsberatung für die einzelnen Gebäude erst nach Abschluss der Planungen und Durchführung zusätzlicher Baugrunderkundungen erfolgen. Es wird empfohlen, im Zuge der weiteren Planung die Höhenlage und insbesondere auch die Abtreppung der Gebäude in Hinblick auf den Aufwand zur Sicherung der Baugrube und der Gründung der Gebäude zu optimieren. Als Voraussetzung hierfür sollten möglichst frühzeitig die ergänzenden Baugrunderkundungen durchgeführt werden, um dann die Baugrundverhältnisse bei jedem Gebäude genau zu kennen.

Berücksichtigung der Wasserverhältnisse: Einwirkungen auf die Gebäude infolge von Grundwasser sind nicht zu berücksichtigen (s. Abschnitt 3.3). Im vorliegenden Fall kann aber Niederschlags- und Oberflächenwasser bzw. örtlich vorhandenes Schicht- und Stauwasser in die wiederverfüllten Arbeitsräume der Baugruben eintreten und sich dort infolge der geringen Durchlässigkeit der Erdstoffe der Decklage aufstauen. Bis 3 m Tiefe ins Erdreich einbindende Bauteile sind daher gemäß Tab. 1 der DIN 18195-1 (Bauwerksabdichtungen Teil 1) gegen **aufstauendes Sickerwasser** abzudichten. Bauteile die mehr als 3 m ins Erdreich einbinden sind gemäß Tab. 1 der DIN 18195-1 (Bauwerksabdichtungen Teil 1) gegen **drückendes Wasser von außen** abzudichten. Des Weiteren ist die Auftriebssicherheit (insbesondere bei ins Erdreich einbindenden und nicht überbauten Gebäudebereichen) sicherzustellen.

Vom Grundsatz her kann der Aufwand für die Abdichtung vermindert werden, wenn die ins Erdreich einbindenden Bauteile dauerhaft durch eine hydraulisch wirksame und mechanisch filterfeste Drainage entwässert werden, was allerdings von den zuständigen Fachbehörden

genehmigt werden muss. Aus geotechnischer Sicht ist zumindest unter den talseitigen Gebäudebereichen zwingend eine Dränage gemäß DIN 4095 (Dränung zum Schutz baulicher Anlagen) erforderlich, damit das hangseitig zusickernde und aufstauende Wasser nicht unkontrolliert auf der Talseite austritt und dort zu einer Vernässung der vorgesehenen Frei- und Verkehrsflächen führt.

4.3 Baugrube

4.3.1 Allgemeines

Freie Baugrubenabböschungen sind je nach den bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrundes nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Baugruben die Angaben der DIN 4124 („Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“) zu beachten.

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen erreichen die Baugruben Tiefen bis zu ca. 9 m (z. B. für Gebäude 2.2, s. [U2]).

4.3.2 Böschungen

Voraussichtlich ist in weiten Teilen des Baugebiets eine freie Abböschung der Baugruben möglich. In den natürlich anstehenden fein- bis gemischtkörnigen Erdstoffen der Decklage und des Hangschutts sowie des stark verwitterten Buntsandsteins sind dabei freie Baugrubenböschungen bis zu ca. 3 m Höhe mit einem Winkel zur Horizontalen von ca. 50° bis 60° und bei Böschungshöhen bis zu 5 m mit einer Neigung von 1:1 (Höhe:Breite) temporär ausreichend standsicher. Voraussetzung ist, dass die Böschungsschultern auf einem Streifen mit mehreren Metern Breite lastfrei gehalten werden. Bei Baugruben mit einer Tiefe von größer 5 m sind zur Beurteilung der Standsicherheit erdstatische Berechnungen erforderlich. In Bereichen mit lockeren aufgefüllten Erdstoffen oder bei Anschneiden von Schicht- / Stauwasser ist die Böschung ggf. weiter abzuflachen oder der Böschungsfuß zu stabilisieren (z. B. Auflastfilter).

4.3.3 Sicherungen

Ist aus geometrischen oder auch wirtschaftlichen Gründen eine freie Baugrubenböschung nicht möglich oder sinnvoll, so werden Sicherungsmaßnahmen notwendig.

Bei den vorliegenden Verhältnissen ist eine Sicherung der Baugruben z. B. mittels eines Trägerverbaus oder einer mit Verpresspfählen rückverhängten Spritzbetonschale möglich. Bei Ausführung eines Trägerverbaus kann die Ausfachung zwischen den Trägern mittels Holzbohlen oder einer verformungsärmeren Spritzbetonschale erfolgen. Bei größeren Verbauhöhen und auch zur Beschränkung von Verformungen ist ggf. eine Rückverankerung der Verbauträger mittels Verpressankern erforderlich.

4.3.4 Wasserhaltung

Gemäß Abschnitt 3.3 ist im Baubereich kein Grundwasser und auch voraussichtlich kein zusammenhängender Hangwasserspiegel in einer für die Herstellung der Baugrube relevanten Tiefe vorhanden. I. d. R. ist daher keine Wasserhaltung zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich. Es kann sich allerdings in den Baugrubenbereich eindringendes Niederschlags-/Oberflächenwasser bzw. Schicht- / Stauwasser auf den vergleichsweise gering durchlässigen anstehenden Erdstoffen aufstauen. Dieses Wasser kann im Bedarfsfall mit einer offenen Wasserhaltung in Verbindung mit Pumpensümpfen gefasst und abgeführt werden.

4.4 Verwendung des Aushubmaterials

4.4.1 Geotechnische Hinweise

Beim Aushub fallen i. d. R. stark wasser- und frostempfindliche fein- / gemischtkörnigen Erdstoffe der Decklage, des Hangschutts und des stark verwitterten Buntsandsteins an. Diese Erdstoffe sind aus geotechnischer Sicht aufgrund ihres hohen Feinkornanteils i. d. R. nur für untergeordnete Schüttungen (z. B. für Geländemodellierungen; bei geeignetem Wassergehalt zum Verfüllen der Arbeitsräume sofern diese nicht überbaut werden) geeignet, d. h. dort, wo spätere Setzungen und Nachsackungen in Kauf genommen werden können und keine Anforderungen an Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten gestellt werden.

4.4.2 Umwelttechnische / Abfalltechnische Hinweise

Zur Beurteilung der Verwertungsmöglichkeiten der ausgehobenen Erdstoffe aus umwelttechnischer Sicht sind im Zuge der weiteren Planung für die relevanten Schichten (s. Abschnitt 3.2) schadstofftechnische Untersuchung durchzuführen.

4.5 Verkehrsflächen

Allgemeines: Verkehrsflächen sind grundsätzlich gem. den Vorgaben der RStO 12 und der ZTV E-StB 09 herzustellen. Für die nachfolgenden Angaben bzgl. des Aufbaus von Verkehrsflächen wurde angenommen, dass im Plangebiet die Verkehrsflächen gemäß RStO 12, Tabellen 2, der Belastungsklasse Bk 1,0 (Wohnstraße) zuzuordnen sind. Nach endgültiger Festlegung der Belastungsklasse durch den Planer müssen die gemachten Angaben nochmals überprüft und ggf. angepasst werden.

Für die Herstellung der Straßen in dem Hanggelände werden bereichsweise Geländeeinschnitte bzw. –anschüttungen erforderlich werden. Je nach Höhe der Einschnitte bzw. der Auffüllungen sind ggf. auch dauerhafte Stützkonstruktionen erforderlich, die erdstatisch nachzuweisen sind.

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: Nach Abschieben des Mutterbodens sind im Erdplanum fein-/gemischtkörnige Erdstoffe der Decklage und des Hangschutts vorhanden. Entsprechend RStO 12 beträgt die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (ab OK Verkehrsfläche) unter Berücksichtigung u. a. einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 (nach ZTV E-StB 09), einer Frosteinwirkungszone I und günstigen Wasserverhältnissen für die Belastungsklasse Bk 1,0: $d_{\text{Frost}} = 0,6 \text{ m}$. Die Dicke der Frostschutzschicht ergibt sich dann zunächst in Abhängigkeit der gewählten Bauweise nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO.

Unterbau: Es ist davon auszugehen, dass die nach RStO 12 auf dem Planum (i. d. R. fein-/gemischtkörnige Erdstoffe der Decklage, feinkörniger Hangschutt) geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (Verformungsmodul bei Wiederbelastung beim Plattendruckversuch) auch durch Nachverdichtung nicht erreicht wird, weshalb unterhalb der Frostschutz-/Tragschicht ein Bodenaustausch von wenigen Dezimetern Dicke aus geeigneten körnigen, weit gestuften und gut verdichtbaren Materialien erforderlich ist. Alternativ zu einem Bodenaustausch kann eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe ausgeführt werden. Wegen der nur geringen Durchlässigkeit der Erdstoffe im Planum sind der Oberbau/Unterbau über eine dauerhafte funktionstüchtige Drainage zu entwässern.

4.6 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Versickerung von Niederschlagswasser, das auf Dach- und Freiflächen anfällt, setzt nach dem Arbeitsblatt DWA-A°138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005) das Vorhandensein von ausreichend durchlässigen Untergrundmaterialien (Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s) voraus. Die im Baubereich anstehenden Erdstoffe erfüllen diese Anforderungen aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht ([U5, U7]), so dass eine **technische Versickerung** von Niederschlagswasser **nicht möglich** ist.

5 Geotechnische Beratung im Zuge der weiteren Planung

Die in vorliegendem Geotechnischen Vorbericht gemachten Angaben haben absprachegemäß lediglich orientierenden Charakter. Für eine eingehende Geotechnische Beratung entsprechend HOAI, 2013, Anlage 1, 1.3, sind nach Vorlage genauerer Planunterlagen und Lastangaben zusätzliche geotechnische Leistungen erforderlich. Diese beinhalten u. a.:

- Festlegung erforderlicher zusätzlicher Untergrundaufschlüsse unter Berücksichtigung der genauen Lage und Einbindetiefe der einzelnen Gebäude
- Bodenkennwerte, maßgebende Angaben zu Bodenschichten / Homogenbereichen
- Angaben zur Dimensionierung der Gründung
- Angaben zur zweckmäßigsten Art der Baugrubensicherung (einschl. Angaben zur Dimensionierung von Baugrubenverbauten, z. B. Ansatz von Erddruck und Erdwiderstand, Herausziehwiderstände von Ankern und Pfählen)
- Angaben zum Kanalbau und ergänzende Angaben zum Verkehrsflächenbau



Renk
(Projektbearbeiter)



Th. Scherzinger
(Projektleiter)

Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten
Telefon: (07661) 9391 - 0
Fax: (07661) 9391 - 75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Dateiname:
15250-G-Anlage 1

Anlage 1

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten
 Telefon: (07661) 9391 - 0
 Fax: (07661) 9391 - 75
 Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Städtebauliche Entwicklung
 "Reichswaisenhaus-Areal"
 Altvaterstraße, Lahr

Projekt - Nr.:
 15250/S-R

Datum:
 29.02.2016/gl

Lageplan der Baugrunderkundungen

Maßstab:
 1 : 1.000
 Dateiname:
 15250-G-Anlage 1

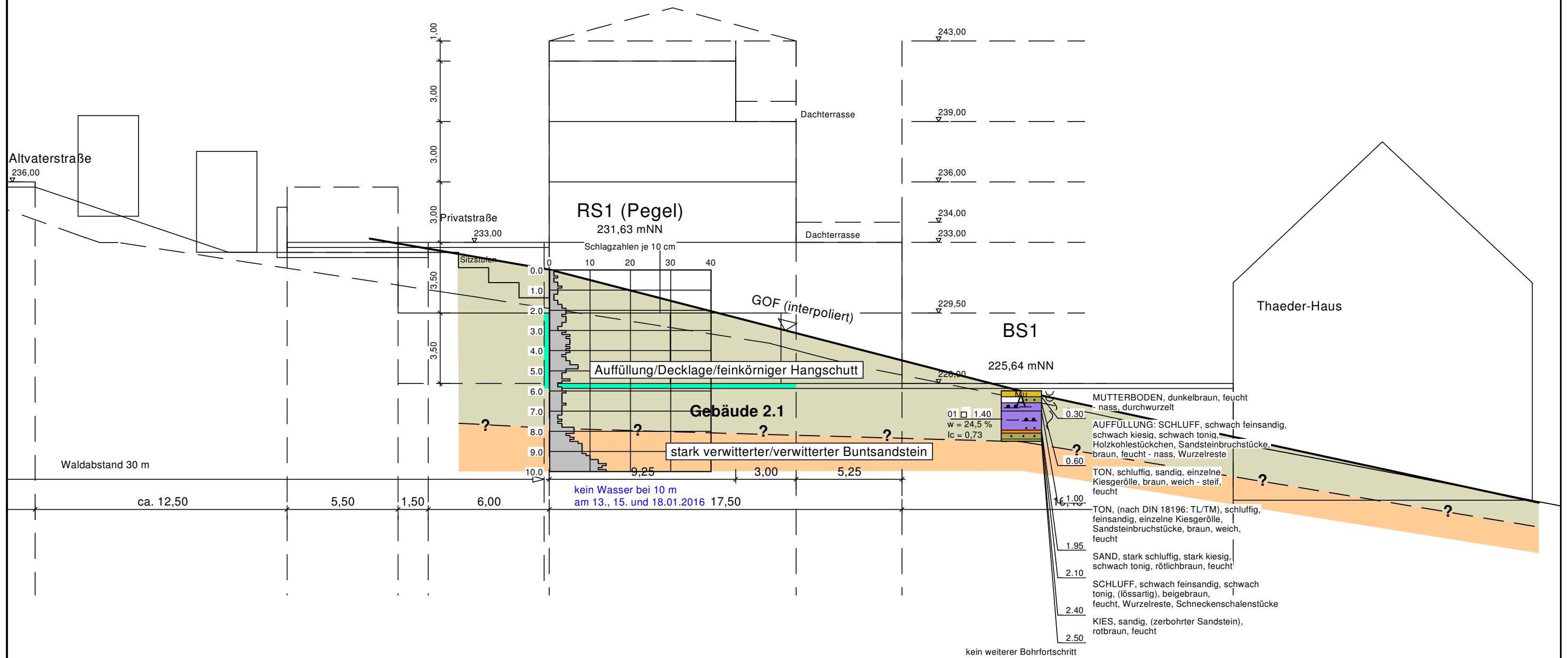
Zeichenerklärung:

- RS: Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)

Plangrundlage: Lageplan Städtebaulicher Entwurf
 fsp Stadtplanung
 Stand vom 16.12.2015

- ✗ RS: Sondierung mit der
Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung
(d = 40-80 mm)

Plangrundlage: Lageplan Städtebaulicher Entwurf
fsp Stadtplanung
Stand vom 16.12.2015



Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-
w natürlicher Wassergehalt
I_c Zustandszahl
c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

Datei: 15250-G-Anlage 2.1.bop

SW Sickerwasser
▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
2 □ 1,0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
● 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Plangrundlage:
Schnitt S-01
fsp.stadtplanung
Stand vom 16.12.2015

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12, 79199 Kirchzarten
Telefon: 07661 / 9391-0
Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



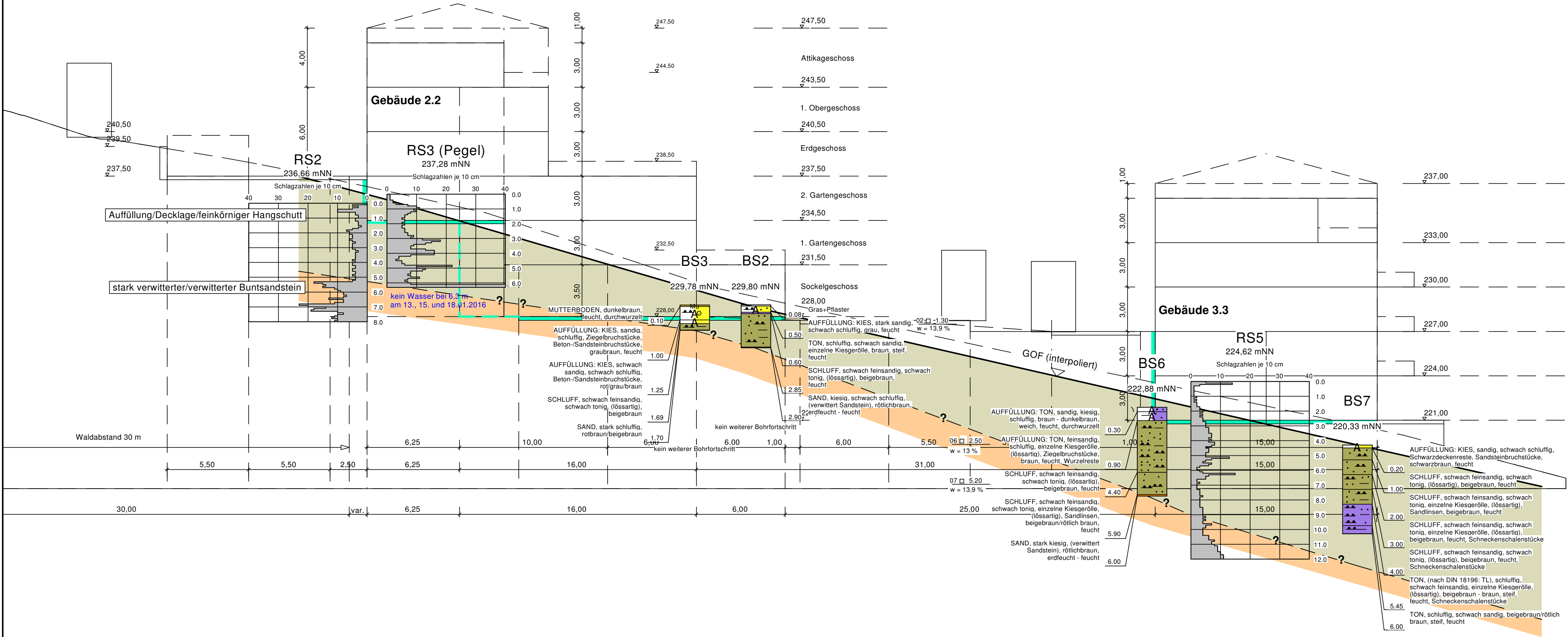
Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Altwaterstraße, Lahr

Projekt-Nr.: 15250/S-R

Maßstab: 1:200

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 1-1)

Datum: 29.02.2016/gl



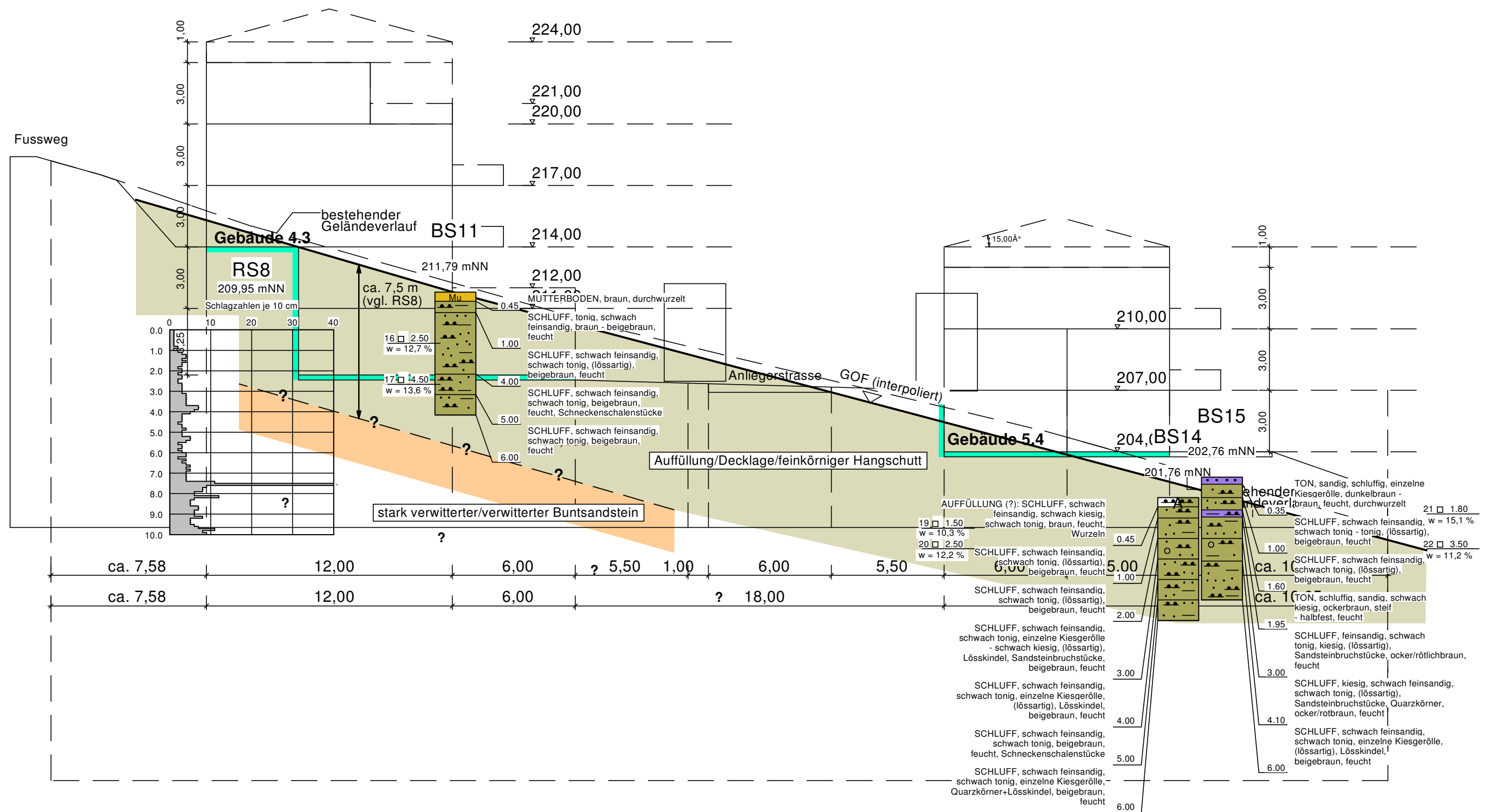
Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-
w natürlicher Wassergehalt
 I_c Zustandszahl
 c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

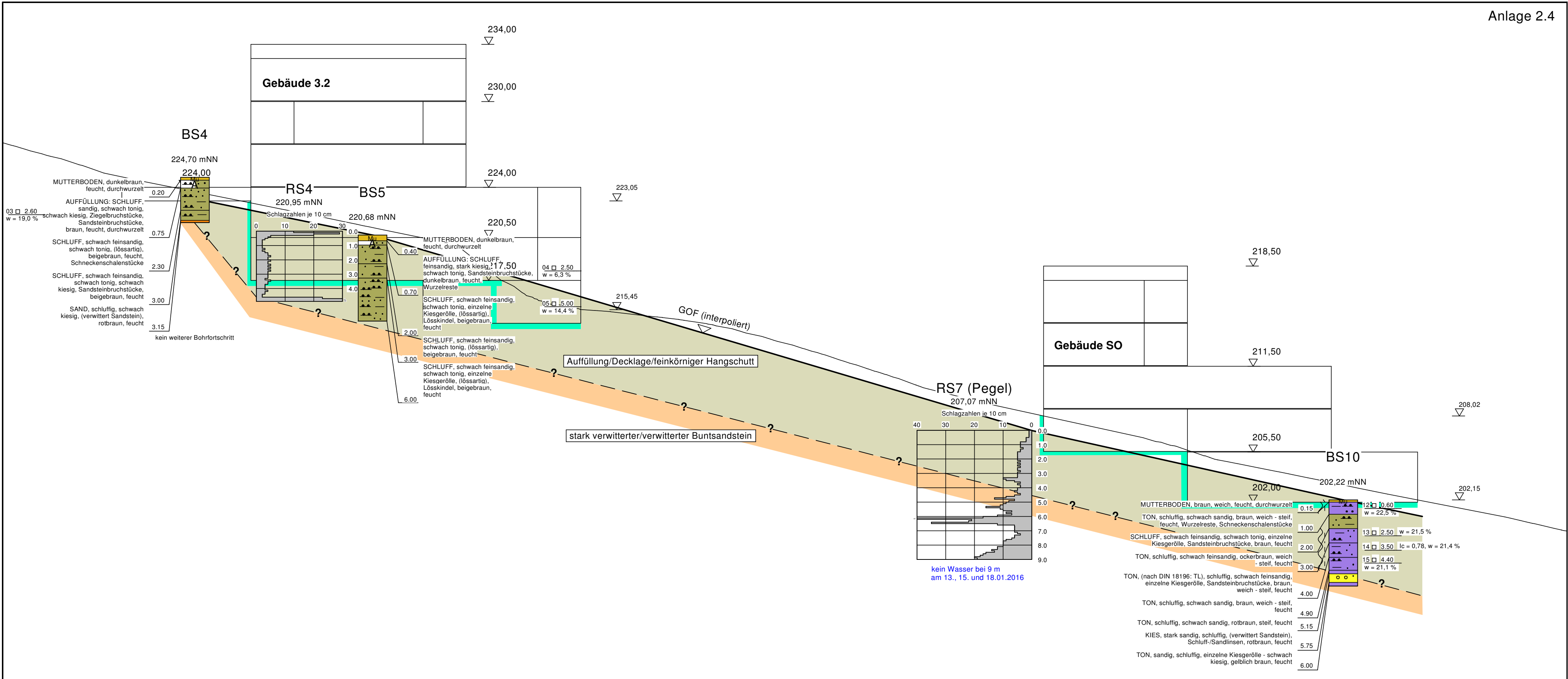
SW Sickerwasser
e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
2 $\square$ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
● 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Plangrundlage:
Schnitt S-02
fsp.stadtplanung
Stand vom 16.12.2015

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR Lindenbergstr. 12, 79199 Kirchzarten Telefon: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de	
Projekt: Städtebauliche Entwicklung "Reichswaisenhaus-Areal" Altwaterstraße, Lahr	Projekt-Nr.: 15250/S-R
Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 2-2)	Maßstab: 1:200
	Datum: 29.02.2016/gl



Zeichenerklärung: BK Rammkernbohrung BS Kleinrammkernbohrung SCH Baggerschurf RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH- w natürlicher Wassergehalt I _c Zustandszahl c _u Kohäsion des undrained Bodens (Handflügelsonde) GOF Geländeoberfläche GOK Geländeoberkante			Ingenieurgruppe Geotechnik GbR Lindenbergstr. 12, 79199 Kirchzarten Telefon: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de		
SW Sickerwasser ▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand) ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt 2 □ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe ● 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe			Plangrundlage: Schnitt S-03 fsp.stadtplanung Stand vom 16.12.2015		
Projekt: Städtebauliche Entwicklung "Reichswaisenhaus-Areal" Alt Vaterstraße, Lahr			Projekt-Nr.: 15250/S-R Maßstab: 1:200 Datum: 29.02.2016/gl		
Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 3-3)					



Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-
w natürlicher Wassergehalt
 I_c Zustandszahl
 c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

SW Sickerwasser
▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
2 □ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
● 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Plangrundlage:
Schnitt 6
fsp.stadtplanung
Stand vom 16.12.2015

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12, 79199 Kirchzarten
Telefon: 07661 / 9391-0
Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

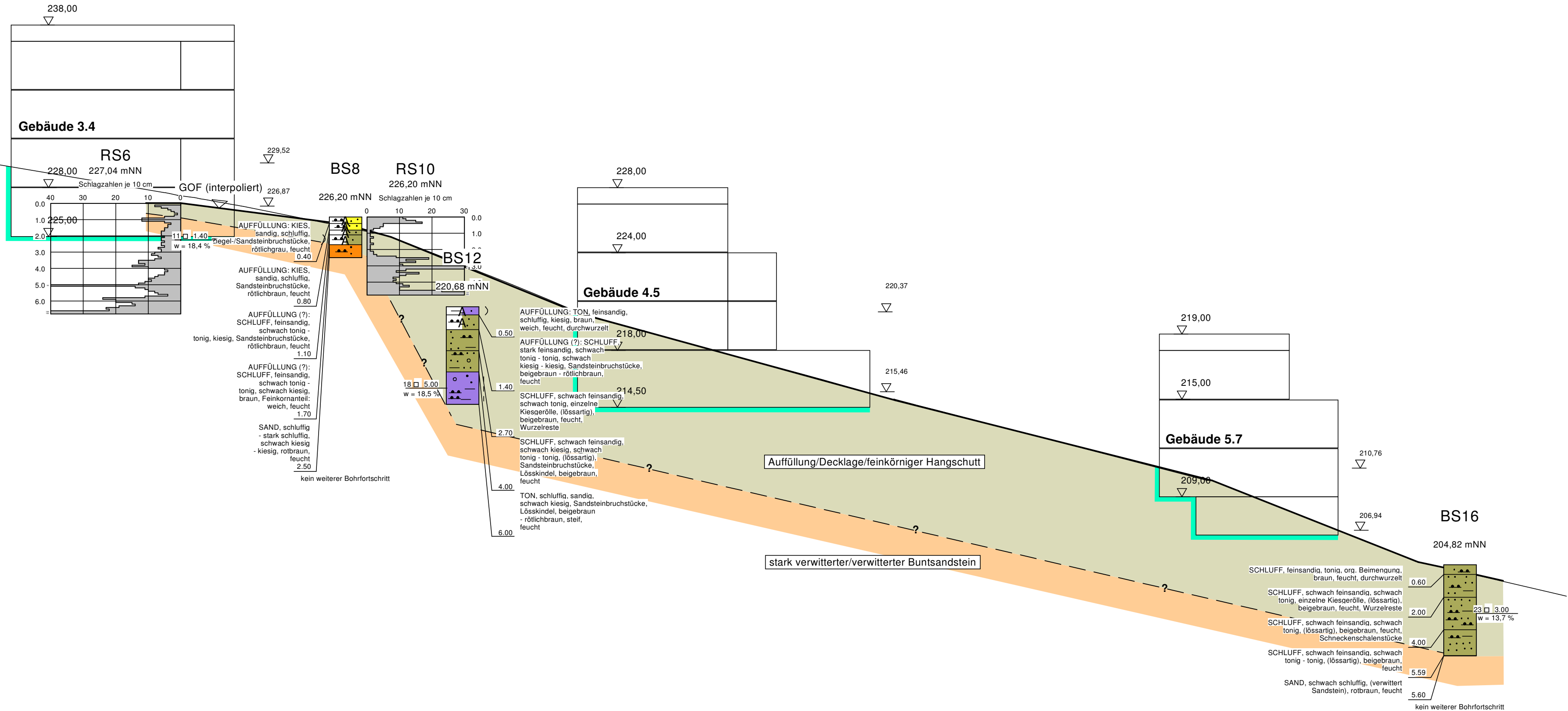


Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Altwaterstraße, Lahr

Projekt-Nr.: 15250/S-R
Maßstab: 1:200

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 6-6)

Datum: 29.02.2016/gl



Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-w
w natürlicher Wassergehalt
I_c Zustandszahl
c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

Datei: 15250-G-Anlage 2.5.bop

SW Sickerwasser
e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
20 gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Plangrundlage:
Schnitt 7
fsp.stadtplanung
Stand vom 16.12.2015

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergr. 12, 79199 Kirchzarten
Telefon: 07661 / 9391-0
Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Alt Vaterstraße, Lahr

Projekt-Nr.: 15250/S-R

Maßstab: 1:200

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 7-7)

Datum: 29.02.2016/gl

Laboruntersuchungen

Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Ort: Altvaterstraße, Lahr
Auftrag: 15250/S-R

Aufschluss	Entnahme-		Labor-Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	Kornver- teilung Anlage	natürlicher Wassergehalt w _n [%]	Fließgrenze (Anlage) w _L [%]	Ausroll- grenze w _P [%]	Plastizi- tätsszahl I _P [%]	Zustands- zahl I _c	
	tiefe	art ¹⁾										
	[m]											
BS1	1,00-1,95	GP	01	U,s',t'	TM/TL	3.2	24,5	36,0 (3.3.1)	20,2	15,8	0,73	
BS2	0,65-2,00	GP	02									
BS4	2,40-2,90	GP	03									
BS5	2,00-3,00	GP	04									
	4,00-6,00	GP	05									
BS6	2,00-3,00	GP	06									
	4,50-5,90	GP	07									
BS7	2,00-3,00	GP	08	TL		15,9	30,4 (3.3.2)	18,5	11,9	0,79		
	4,00-5,45	GP	09			21,0						
	5,45-6,00	GP	10			18,5						
BS8	1,20-1,60	GP	11	U,s',t'	TL	3.2	18,4	33,5 (3.3.3)	17,9	15,6	0,78	
BS10	0,20-1,00	GP	12									22,5
	2,00-3,00	GP	13									21,5
	3,00-4,00	GP	14									21,4
	4,00-4,85	GP	15									21,1
BS11	2,00-3,00	GP	16									12,7
	4,00-5,00	GP	17									13,6
BS12	4,00-6,00	GP	18		18,5							
BS14	1,00-2,00	GP	19		10,3							
	2,00-3,00	GP	20		12,2							
BS15	1,60-1,90	GP	21		15,1							
	3,00-4,10	GP	22		11,2							
BS16	2,50-3,50	GP	23		13,7							

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Bestimmung der Korngrößenverteilung
durch Siebung und Sedimentation

Versuche nach DIN 18123-5

Anlage 3.2

DIN
18 123

Projekt: Städtebauliche Entwicklung "Reichswaisenhaus-Areal"

Altatersstraße

Lahr

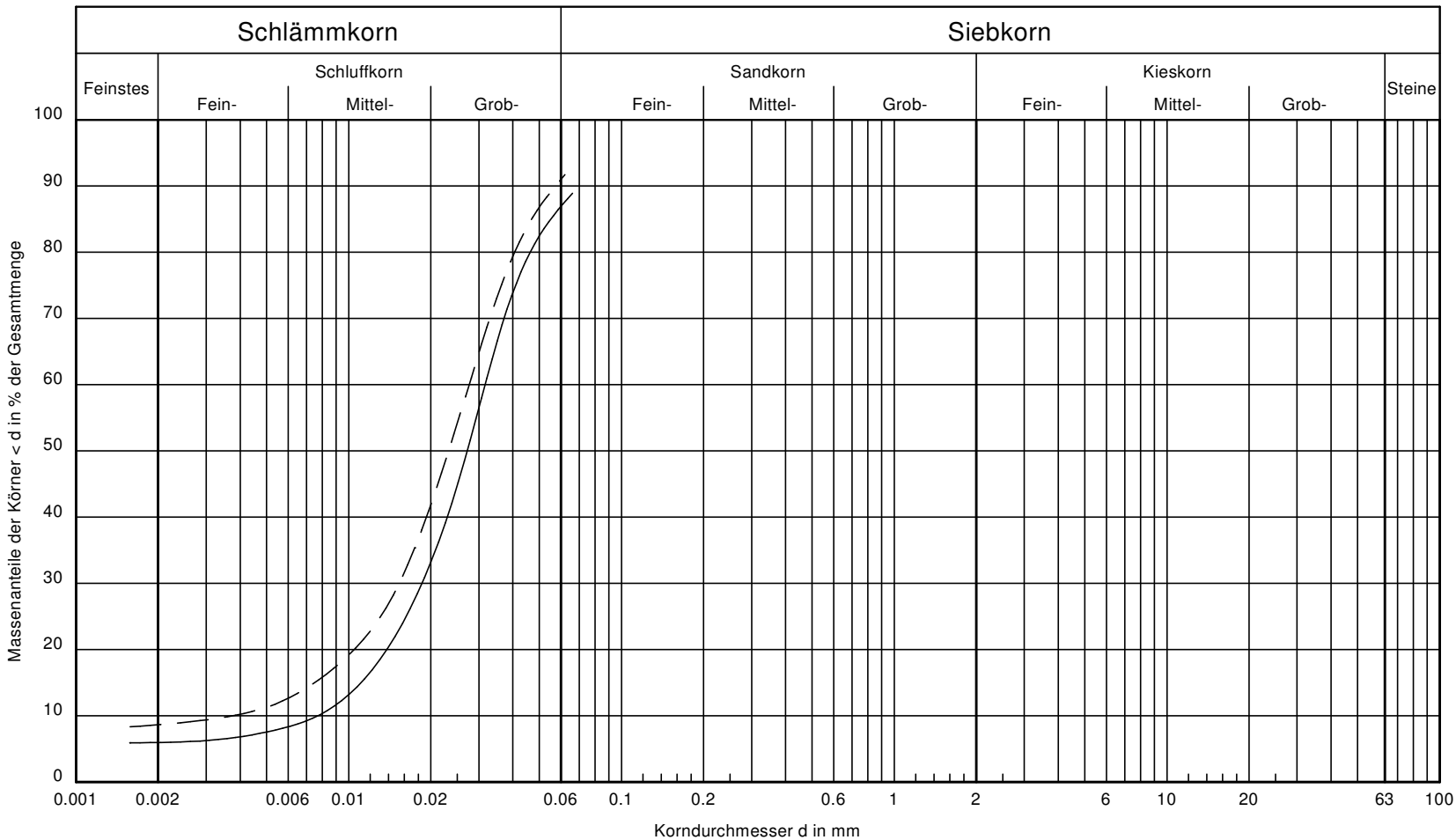
Projekt-Nr.:
15250/S-R

Datei
15250-04-16-G

Bemerkungen:

Bearbeiter: Schweizer

Datum: 21.01.2016



15250-G-04-16.kvs

Labor-Nr.:	05	16
Signatur:	_____	_____
Entnahmestelle:	BS5	BS11
Tiefe [m]:	5,00-6,00	2,00-3,00
U/Cc:	4.1/1.4	7.3/2.2
Anteile (T/U/S/G) [%]:	5.9/82.0/12.1/ -	8.6/91.4/ 9,0 / -
Bodenart (DIN 4022):	U, s', t'	U, t' , s'
Bodengruppe (DIN 18196):		

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

**DIN
18 122-1**

Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Alt Vaterstraße, Lahr

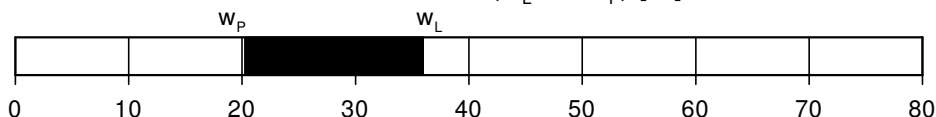
Projekt-Nr.:
15250/S-R

Datei:
15250-01-G

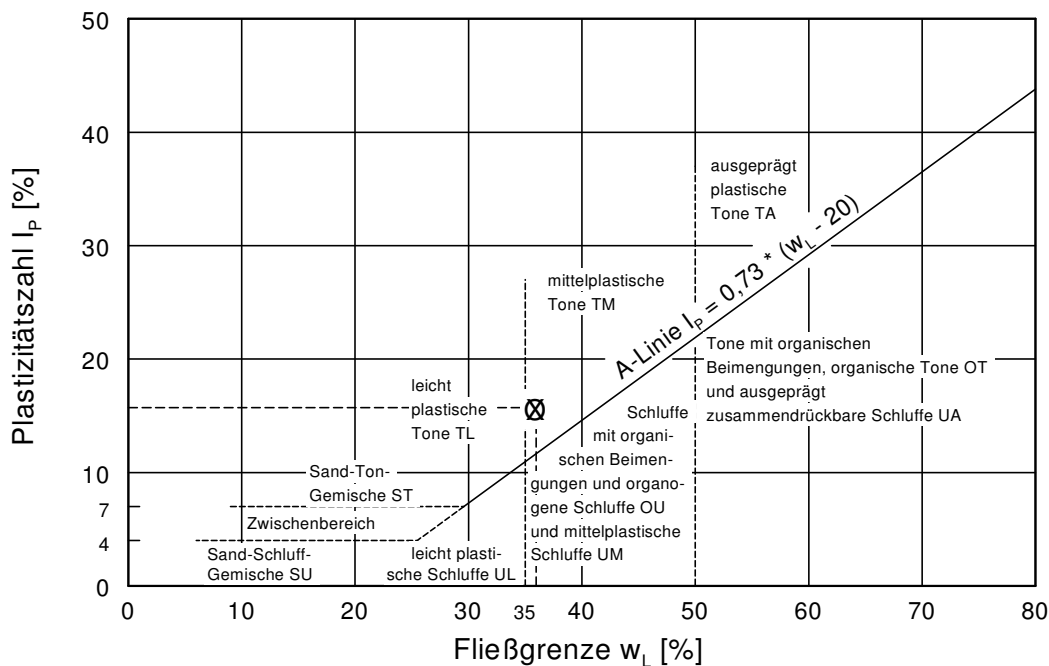
Labor-Nr.: 01
Entnahmestelle: BS1
Tiefe [m]: 1,00-1,95
Bearbeiter: Schweizer
Datum: 21.01.2016

Versuchsergebnisse:
Wassergehalt $w = 24.5 \%$
Fließgrenze $w_L = 36.0 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 20.2 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 15.8 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.73$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

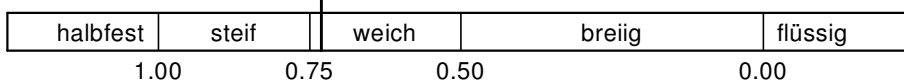


Plastizitätsdiagramm



Zustandsform

$I_c = 0.73$



Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

**DIN
18 122-1**

Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Alt Vaterstraße, Lahr

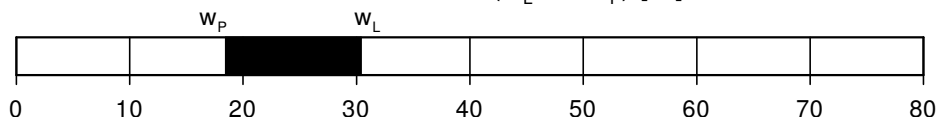
Projekt-Nr.:
15250/S-R

Datei:
15250-09-G

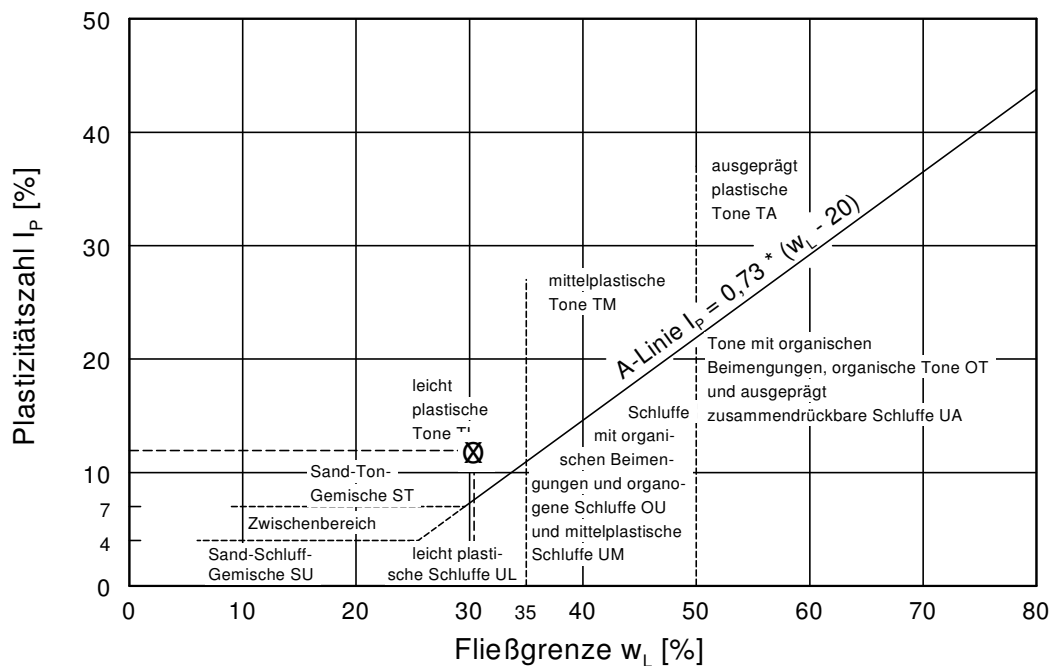
Labor-Nr.: 09
Entnahmestelle: BS7
Tiefe [m]: 4,00-5,45
Bearbeiter: Schweizer
Datum: 21.01.2016

Versuchergebnisse:
Wassergehalt $w = 21.0 \%$
Fließgrenze $w_L = 30.4 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 18.5 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 11.9 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.79$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]

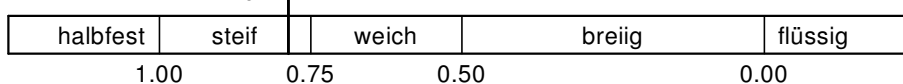


Plastizitätsdiagramm



$I_c = 0.79$

Zustandsform



Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

**DIN
18 122-1**

Projekt: Städtebauliche Entwicklung
"Reichswaisenhaus-Areal"
Alt Vaterstraße, Lahr

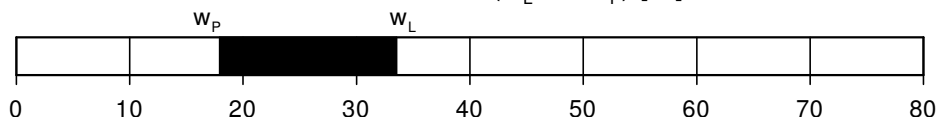
Projekt-Nr.:
15250/S-R

Datei:
15250-14-G

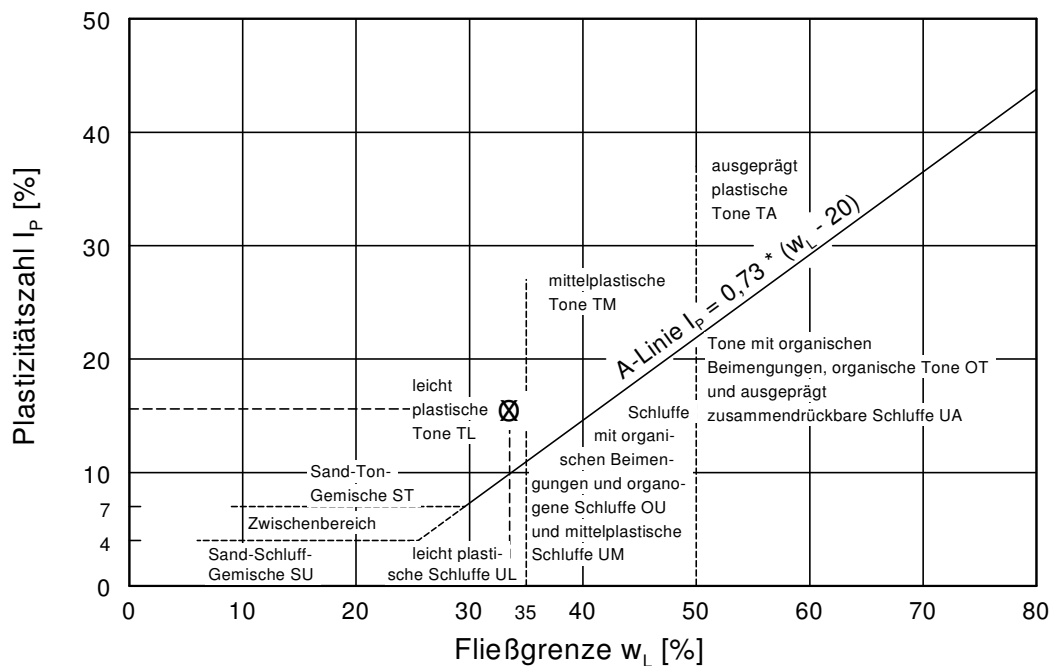
Labor-Nr.: 14
Entnahmestelle: BS10
Tiefe [m]: 3,0-4,0
Bearbeiter: Schweizer
Datum: 21.01.2016

Versuchergebnisse:
Wassergehalt $w = 21.4 \%$
Fließgrenze $w_L = 33.5 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 17.9 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 15.6 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.78$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



$I_c = 0.78$

Zustandsform

