

Geotechnisches Institut GmbH, Am Kesselhaus 5, 79576 Weil am Rhein

Stadtverwaltung Lörrach
 Fachbereich Stadtentwicklung und Stadtplanung
 Luisenstraße 16
 79539 Lörrach

Ansprechpartner	Tobias Gatta
Tel.-Durchwahl	+49 7621 95664-21
E-Mail	t.gatta@gi-weil.de
Unser Zeichen	TG/RK/6554ST03
Datum	16.11.2022

Erschließung Neubaugebiet „Bühl III“, Lörrach, Ortsteil Brombach

Geotechnische Stellungnahme

1 Einleitung

Die Stadt Lörrach plant die Erschließung des Baugebietes „Bühl III“ in Lörrach, Ortsteil Brombach. Die Lage des Projektareals ist aus dem Lageplan, Anlage 1, ersichtlich.

Es wurden bereits zu einem früheren Zeitpunkt Baugrunduntersuchungen im Zusammenhang mit der geplanten Erschließung seitens des Geotechnischen Institutes durchgeführt. Damals erstreckte sich das Untersuchungsgebiet vom nordöstlichen Alemannenweg bis zur südwestlichen Adelhauser Straße. Die Ergebnisse sind im Geotechnischen Bericht 810621BE01 vom 22.09.1981 zusammengefasst.

Das Geotechnische Institut wurde per E-Mail am 04.11.2021 durch die Stadt Lörrach, basierend auf dem Angebot 21263 vom 04.11.2021, beauftragt, anhand der Ergebnisse der oben genannten Baugrunduntersuchungen aus dem Jahre 1981, die Baugrund- und Bodenverhältnisse im Bereich der geplanten Erschließung zu beschreiben und die geotechnischen Randbedingungen für die Erschließung und Bebauung festzulegen.

Nachfolgend sind die darauf basierenden Hinweise und Empfehlungen für die geplante Erschließung und Bebauung zusammenfassend dargestellt und erläutert.

Zur Projektbearbeitung wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Übersichtsplan Erweiterung Bühl III, Plan-Nr. 208/06, M 1:30.000, ohne Datum, im pdf-Format, zugesandt per E-Mail vom 27.10.2020
- Städtebaulicher Realisierungswettbewerb Plan 1 und Plan 2, Plan Nr. 491365, M 1:200, M 1:500, M 1:2500, ohne Datum, im pdf-Format, zugesandt per E-Mail vom 27.10.2020
- Flächennutzungsplan, M 1:2.500, 27.06.2018, im pdf- und dwg Format, zugesandt per E-Mail vom 27.10.2020
- Flächennutzungsplan mit Orthofoto, M 1:2.500, 27.06.2018, im pdf- und dwg Format, zugesandt per E-Mail vom 27.10.2020
- Orthofoto, M 1:2.500, 27.06.2018, im pdf- und dwg Format, zugesandt per E-Mail vom 27.10.2020

Geotechnisches Institut GmbH
 Am Kesselhaus 5
 79576 Weil am Rhein

Sparkasse Markgräflerland
 DE37 6835 1865 0007 0313 47
 BIC: SOLADES1MGL

Eingetragen im Handelsregister
 des Amtsgerichts Freiburg i. Br.
 unter HRB 410366

Geschäftsführender Gesellschafter:
 Dipl.-Ing. Dipl.-Geol. Hans-Jürgen Lenz
 Beratender Ingenieur

Tel 07621 95664-0
 Fax 07621 95664-10

info@gi-weil.de
 www.gi-weil.de

Steuer-Nr.: 11087/02967
 UST-Id Nr.: DE 142 393 108

Mitgliedschaften:
 Ingenieurkammer B.-W. und VBI

Des Weiteren wurden verschiedene Unterlagen aus unserem Archiv, insbesondere der Geotechnische Bericht 810621BE01 aus dem Jahre 1981, über die geologischen Verhältnisse in der Umgebung des Projektareals mit herangezogen.

2 Projektareal / Bauvorhaben

Das Projektareal befindet sich im südlichen Ortsrand des Ortsteils Brombach am Westhang des Flöhberges.

Das natürliche Gelände fällt mit etwa 5° bis 10° in südwestliche Richtung ab. Örtlich treten Geländevertiefungen von 20° bis 30° auf. Das Projektareal wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt und ist durch Wirtschaftswege erschlossen.

Gemäß den uns vorliegenden Plangrundlagen (Realisierungswettbewerb) soll das Baugebiet über eine Ringstraße und einzelnen Querstraßen erschlossen werden. Es ist eine Bebauung der Grundstücke mit Reihenhäusern und Geschosswohnhäusern vorgesehen.

Eine detaillierte Erschließungsplanung mit genauer Lage und Tiefenlage der Ver- und Entsorgungsleitungen sowie detaillierten Angaben zur Bebauung und Gebäudegestaltung liegen uns derzeit noch nicht vor.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Untersuchung des Baugrundes wurden am 11.06. und 12.06.1981 insgesamt 10 Bagger-schürfe (S 1 bis S 10) bis in Endtiefen von 5,6 m unter Geländeoberkante (u. GOK) ausgehoben. Das Aushubmaterial und die Schurfwände wurden durch das Geotechnische Institut unter geologischen und geotechnischen Kriterien aufgenommen. Die für das neu geplante Erschließungsgebiet maßgebenden Schürfe S 5 bis S 10 sind in den Anlagen 2.1 bis 2.6 aufgeführt.

Des Weiteren wurden zur Ermittlung der Lagerungsdichte und der Schichtgrenzen 16 Rammsondierungen (RS 1 bis RS 16) mit der leichten Rammsonde nach DIN 4094 bis in Endtiefen von maximal 4,4 m u. GOK ausgeführt. Die für das neu geplante Erschließungsgebiet maßgebenden Sondierprotokolle RS 5 bis RS 14 sind der Stellungnahme in den Anlagen 3.1 bis 3.5 beigelegt.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 1 dargestellt.

4 Geologische und Geotechnische Verhältnisse

Das Projektareal befindet sich am Westhang des Flöhberges und am Ostrand der Rheinflexur. Im Untergrund des Projektareals stehen die Festgesteine des Oberen Muschelkalk (Trigonodus-Dolomit) an. Diese werden durch quartäre Lockergesteinsablagerungen (Deckschichten) überlagert.

Aufgrund der bereichsweise vorhandenen Wirtschaftswege ist davon auszugehen, dass in diesen Bereichen anthropogene Auffüllungen vorhanden sein können.

Die bei den durchgeführten Untersuchungen angetroffenen Bodenschichten sind nachfolgend beschrieben:

Mutterboden:

Im Projektareal steht an der Geländeoberfläche ein etwa 0,2 m bis 0,4 m mächtiger, dunkelbrauner bis brauner, durchwurzelter bis stark durchwurzelter, humoser Mutterboden an. Der Mutterboden besteht aus einem schwach kiesigen bis kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluff von weicher Konsistenz.

Decklehm:

Unterhalb des Mutterbodens folgt überwiegend ein etwa 0,2 m bis 1,6 m mächtiger, rotbrauner Decklehm. Der Decklehm besteht aus einem schwach kiesigen bis kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, tonigen Schluff von weicher bis steifer Konsistenz.

Löss:

Bereichsweise folgt unterhalb des Decklehms bzw. unterhalb des Mutterbodens (S 7 und S 9) ein > 2,8 m bis > 5,2 m mächtiger, gelbbrauner bis ockerfarbener, grünlichgrauer bis bräunlichgrauer Löss. Der Löss besteht aus einem schwach kiesigen bis kiesigen, schwach feinsandigen bis feinsandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluff. Der Löss weist eine weiche bis steife Konsistenz auf.

Verwitterungszone:

Unterhalb des Mutterbodens, des Decklehms bzw. unterhalb des Löss folgt die beige bis gelbbraune, rotbraune, weiße Verwitterungszone des Festgesteins (Kalkstein/Dolomit). Die Verwitterungszone besteht aus verwittertem Festgestein mit etwa 20 cm bis 30 cm großen Steinen und Blöcken. Die Steine und Blöcke liegen im Verbund vor. Zwischen den einzelnen Stein- und Blocklagen ist das Festgestein vollständig zu Lockergestein (Schluff mit wechselnden Nebenteilen an Ton, Sand und Kies) zersetzt.

Die Verwitterungszone ist mehrere Meter mächtig und wurde in einer Mächtigkeit von > 1,3 m bis > 4,1 m direkt aufgeschlossen.

Die Verwitterungszone weist eine weiche bis halbfeste Konsistenz bzw. eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf.

Unterhalb der Verwitterungszone setzt das Festgestein (Oberer Muschelkalk) ein. Das Festgestein besteht aus Kalk-, Dolomit- und Mergelsteinen. Es ist davon auszugehen, dass das Festgestein in etwa im Bereich der Endtiefen der jeweiligen Schurfgruben (siehe Anlagen 2.1 bis 2.6)

Die für das Bauvorhaben relevanten Erdschichten werden in der nachfolgenden Tabelle 1 beschrieben und beurteilt.

Tabelle 1: Geotechnische Beschreibung, Klassifizierung und Beurteilung, bodenmechanische Kenngrößen der relevanten Erdschichten

Erdschicht	Mutterboden	Decklehm	Löss	Verwitterungszone	Festgestein (Oberer Muschelkalk)
Zusammensetzung	Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig; humos, durchwurzelt bis stark durchwurzelt	Schluff, tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig; bereichsweise durchwurzelt	Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach kiesig bis kiesig	Stein- und Blocklagen im Verbund; Matrix vollständig zu Lockergestein verwittert: Schluff mit wechselnden Nebenanteilen an Ton, Sand und Kies	Kalkstein / Dolomit; feinkörnig, dünn- bis dickbankig
Farbe	dunkelbraun bis braun	rotbraun	gelbbraun bis ocker, grünlichgrau bis bräunlichgrau	beige bis gelbbraun, rotbraun, weiß	beigegrau, hell- bis mittelgrau
Mächtigkeit	0,2 m bis 0,4 m	0,2 m bis 1,6 m	> 2,8 m bis > 5,2 m	mehrere Meter, > 1,3 m bis > 4,1 m bei Untersuchungen direkt aufgeschlossen	mehrere Zehnermeter
Lagerungsdichte/ Konsistenz	weich	weich bis steif	weich bis steif	weich bis halbfest bzw. mitteldicht bis dicht	Festgestein
Frostempfindlichkeit	sehr frostempfindlich (F3)	sehr frostempfindlich (F3)	sehr frostempfindlich (F3)	mittel bis sehr frostempfindlich (F2,F3)	nicht frostempfindlich
Klassifizierung nach DIN 18196	OU	UL, UM, TL, TM	UL, UM, TL, TM	UL, UM, GU, GU*	Festgestein
DIN 18300 (2019-09)* DIN 18300 (2012-09)	Homogenbereich E1 Klasse 1	Homogenbereich E2 Klasse 4	Homogenbereich E3 Klasse 4	Homogenbereich E4 Klassen 3 und 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	Homogenbereich E5 Klassen 6 und 7
charakteristische Kenngrößen (geschätzt): Wichte γ_k [kN/m ³] Reibungswinkel ϕ'_k [°] Kohäsion c'_k [kN/m ²] Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m ²]	---	18,0 - 21,0 20,0 - 27,5 2,5 - 15,0 4,0 - 15,0	18,0 - 21,0 20,0 - 27,5 2,5 - 15,0 4,0 - 15,0	16,0 - 20,0 27,5 - 35,0 0,0 - 5,0 10,0 - > 80,0	22,0 - 25,0 30,0 - 40,0** 2,0 - 50,0** 150,0 - > 500,0
Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	kann als humoser Oberboden wiederverwendet werden	nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar	nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar	nach Aufbereitung für höherwertige Anschüttungen wiederverwendbar	nach Aufbereitung für höherwertige Anschüttungen wiederverwendbar
Geotechnische Beurteilung	zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet	zur Abtragung von Bauwerkslasten bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich, relativ stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich, relativ stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet; wasser- und frostempfindlich; mäßig stark bis relativ gering zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten sehr gut geeignet; nicht wasser- und frostempfindlich; nahezu nicht zusammendrückbar

* in Anlehnung an DIN 18300 (2019-09)

** Auf den Trennflächen

5 Wasserverhältnisse und Versickerungsfähigkeit

Im Untergrund des Projektareals stehen die verkarstungsfähigen Gesteine des Oberen Muschelkalk an. Mit einem durchgehenden Grundwasserspiegel ist daher vermutlich erst in größerer, für die Erschließung und Bebauung nicht mehr relevanter Tiefe zu rechnen.

Während der Feldarbeiten konnten in den für die geplante Erschließung maßgebenden Aufschlüssen keine Wasserzutritte festgestellt werden.

Obwohl bei den Untersuchungen kein Sicker- bzw. Schichtwasser angetroffen wurde, ist in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen mit dem Auftreten von Sicker- bzw. Schichtwasser zu rechnen.

Der im Untergrund anstehende Decklehm, der Löss und die Verwitterungszone sind aufgrund ihrer hohen Feinkornanteile erfahrungsgemäß als schwach wasserdurchlässig einzustufen und somit für eine Versickerung von Oberflächenwasser nicht bzw. sehr bedingt geeignet.

Sollten jedoch Versickerungsanlagen geplant werden, so empfehlen wir, die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes am Ort der geplanten Versickerungsanlagen mittels Versickerungsversuche zu überprüfen.

6 Erdbebengefährdung

Das für die Bebauung vorgesehene Gelände liegt nach der DIN 4149, in der Fassung von April 2005, in der Erdbebenzone 3, d. h. in einer der am stärksten erdbebengefährdeten Zonen Deutschlands.

Aufgrund der örtlichen Untergrundverhältnisse kann das Projektareal gemäß DIN 4149 in die geologische Untergrundklasse R sowie in die Baugrundklasse B eingestuft werden (Kombination B-R).

Bei den statischen Berechnungen im Lastfall Erdbeben kann von einem Bemessungswert für die Bodenbeschleunigung in Höhe von $a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ ausgegangen werden.

7 Geotechnische Randbedingungen für die Bebaubarkeit des Projektareals

Detaillierte Angaben über die geplante Bebauung des Projektareals liegen uns derzeit nicht vor. Die geotechnischen Randbedingungen für eine erdstatisch standsichere Ausbildung der geplanten Bebauung werden in den folgenden Abschnitten allgemein erläutert.

Generell empfehlen wir, die geotechnischen Randbedingungen für die einzelnen Bauwerke auf Grundlage projektbezogener Baugrunduntersuchungen festzulegen.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Felduntersuchungen geht hervor, dass eine Bebauung der Grundstücke im geplanten Neubaugebiet Bühl III aus geotechnischer Sicht möglich ist. Aus geotechnischer Sicht ist auch eine Bebauung der Grundstücke mittels Tiefgaragen prinzipiell möglich.

Gemäß den durchgeführten Felduntersuchungen werden die Lastabtragungsflächen geplanter Bebauungen sowohl bei einer nicht unterkellerten als auch bei einer unterkellerten (Keller / Tiefgarage) Bauweise überwiegend im bedingt tragfähigen Löss bzw. in der Verwitterungszone zu liegen kommen.

Der Löss und die Verwitterungszone sind prinzipiell zur Abtragung von Bauwerkslasten bedingt geeignet. Es ist nicht auszuschließen, dass im Gründungsbereich geplanter, unterkellerten Bauwerke die Verwitterungszone kompakter, d. h. in Form von Festgesteinsbänken auftreten kann, bzw. im Gründungsbereich das Festgestein des Oberen Muschelkalk vorhanden sein kann.

Sollten aufgrund der im Projektareal variierenden Untergrundverhältnisse die Lastabtragungsflächen von geplanten Gebäuden bereichsweise in unterschiedlichen Bodenhorizonten zu liegen kommen, so sollten, zur Vermeidung von unzulässig großen, möglicherweise bauwerkschädlichen Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen die Lastabtragungsflächen bis in einen einheitlichen Gründungshorizont vertieft werden. Ein genaues Gründungskonzept sollte daher projektbezogen erstellt werden.

Im Gründungsbereich angetroffenes stark aufgeweichtes, lockeres bzw. aufgefülltes Bodenmaterial ist vollständig bis auf den tragfähigen Boden auszuheben und durch Magerbeton (Streifenfundamente) bzw. ein Kies-Sand-Gemisch (Bodenplatte) zu ersetzen.

Im Hinblick auf eine frostsichere Gründung sollten die randlichen Fundamente bzw. die Frostschürze (Plattengründung) mindestens 0,8 m tief in das bestehende Gelände einbinden.

In Bezug auf die für die Ausbildung von Tiefgaragen relevanten Themen wie Pflasterbelag, Bodenplatte, „weiße Wanne“, etc. ist zu beachten, dass der im Gründungsbereich anstehende Löss bzw. die Verwitterungszone aufgrund ihres hohen Feinkornanteils erfahrungsgemäß als schwach wasserdurchlässig einzustufen sind. Somit ist ohne drainierende Maßnahmen mit einem Aufstau von Sickerwasser im Bereich der jeweiligen Gründungssohle zu rechnen. Mit einem durchgehenden Grundwasserspiegel ist vermutlich erst in größerer, für die Bebauung nicht mehr relevanter Tiefe zu rechnen.

8 Baugruben- und Grabenausbildung

Baugruben- und Grabenböschungen sind ohne Sicherung, je nach bodenphysikalischen Eigenschaften des anstehenden Materials, nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel stand-sicher.

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind grundsätzlich die Richtlinien der DIN 4124 (Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sowie die Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten. Im Bereich bestehender Bauwerke gilt zusätzlich die DIN 4123 (Ausschachtung, Gründung und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude).

Bei der Planung der Baugrubenausführung sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

In den im Aushubbereich anstehenden Bodenschichten können Kanalgräben bis zu einer Höhe von $h \leq 5,0$ m bzw. bis zum Grundwasserspiegel erfahrungsgemäß unter einer Böschungsneigung $\beta \leq 60^\circ$ (Decklehm, Verwitterungszone) frei abgeböschert werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Böschungskopf darf nicht belastet werden (keine Verkehrs-, Erdaushub- oder Kranlasten, etc.).
- Die Böschung darf nicht durch Niederschlags- oder Sickerwasser durchfeuchtet werden.
- Sickerwasseraustritte sind zu fassen, das anfallende Wasser abzuleiten und die Austrittsstellen gegebenenfalls durch Auflastfilter abzudecken.

Unverbaute Böschungen sind bei dem angegebenen Böschungswinkel nur vorübergehend standsicher.

Zeitabhängig und durch Witterungseinflüsse (Austrocknung oder Durchfeuchtung des Bodens durch Niederschlags- oder Schichtwasser) reduziert sich der Anteil der scheinbaren Kohäsion an der Gesamtscherfestigkeit. Infolge der dadurch bedingten Verminderung der Scherfestigkeit können Rutschungen bzw. lokale Nachbrüche auftreten.

Es ist daher darauf zu achten, dass eine Durchfeuchtung oder Austrocknung der Böschung verhindert wird. Die Böschungen sollten daher schnellstmöglich durch Planen bzw. Folien abgedeckt werden.

Die Aushub- und Gründungsarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung durchgeführt werden.

9 Geotechnische Randbedingungen für den Straßenbau

Bei der Herstellung von Verkehrsflächen und für die Auswahl der in Frostschutz- oder Tragschichten verwendbaren Böden sind die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) sowie die zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09) und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB 04) zu beachten.

Unter der Annahme, dass die geplante Fahrbahnoberfläche in etwa im Bereich der bestehenden GOK liegt, ist davon auszugehen, dass das Planum (= UK Tragschicht bzw. Frostschutzschicht) der geplanten Verkehrsflächen sowohl im Decklehm und im Löss, als auch in der Verwitterungszone zu liegen kommt.

In Bereichen, in denen das Planum oberhalb des Geländes zu liegen kommt, ist eine Geländeanschlüpfung (Damm, Straßenunterbau) erforderlich. Der Damm (Straßenunterbau) sollte aus verdichtungsfähigem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch, Schotter, Recyclingmaterial, etc.) oder aus aufbereiteten anstehenden Böden (z. B. Bodenverbesserung) bestehen und lagenweise auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98$ % verdichtet eingebaut werden.

Aufgrund der erfahrungsgemäß großen Zusammendrückbarkeit des Decklehms, des Löss und teilweise der bindigen Verwitterungszone, ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der RStO (Richtlinie Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) hinsichtlich des erforderlichen Verformungsmoduls auf dem Planum ($E_{v2} \geq 45$ MN/m²) nicht eingehalten werden können.

Zur Herstellung eines ordnungsgemäßen Planums werden dann voraussichtlich zusätzliche Maßnahmen, z. B. Bodenaustausch mit verdichtungsfähigem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch GW, GI nach DIN 18196, entsprechendes Recyclingmaterial oder Schotter) oder eine Bodenverbesserung mittels eines Kalk-Zement-Gemisches (z. B. PHOCAL, DOROSOL, etc.) erforderlich. Beim Einsatz von Recyclingmaterial sind die Empfehlungen des Erlasses des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ vom 13.04.2004 zu berücksichtigen.

Zur Vordimensionierung sollte von einem 40 cm mächtigen Bodenaustausch (Bodenverbesserung) ausgegangen werden. Die tatsächliche Erfordernis bzw. die erforderliche Stärke des Unterbaus bzw. Bodenaustausches sollte nach dem Freilegen des Planums anhand von Feldversuchen (z. B. Lastplattendruckversuche) ermittelt werden.

Der Bauablauf ist so zu gestalten, dass der Straßenuntergrund im Bereich des bindigen Untergrundes nicht durch Baustellenverkehr aufgeweicht wird (Anlage von Baustraßen, Arbeiten im Vor-Kopf-Verfahren, schnelle Abführung von Tagwasser, etc.). Es empfiehlt sich, das Planum nur in der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und unverzüglich mit einer Schutzschicht abzudecken.

Sollten im Planumbereich lokal stark aufgeweichte bzw. aufgelockerte Bodenschichten vorhanden sein, so sind diese lokalen Stellen zusätzlich auszuheben und durch ein Kies-Sand-Gemisch (siehe oben) zu ersetzen (Bodenaustausch).

In den Bereichen, in denen die Verwitterungszone steiniger bzw. blockiger ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen der RStO (Richtlinie Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) hinsichtlich des erforderlichen Verformungsmoduls auf dem Planum ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) eingehalten werden können.

Die Erd- und Straßenbauarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung ausgeführt werden.

Zur Dimensionierung des frostsicheren Oberbaus ist die Frosteinwirkungszone 1 anzusetzen und von einem F3-Boden als Untergrund auszugehen.

Sollten für die Herstellung der Verkehrsflächen Geländeeinschnitte erforderlich werden, so sind dauerhafte Böschungen mit der gemäß ZTV-E im Straßenbau üblichen Regelneigung von $\leq 1:1,5$ herzustellen.

10 Geotechnische Randbedingungen für den Neubau der Kanalisation

Bei der Herstellung der Kanalisation und Schachtgruben sind unter anderen folgende Vorschriften zu beachten:

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen
- ZTVE-StB 09
- DIN 4124 Baugruben und Gräben - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- DIN 18303 Verbauarbeiten
- Unfallverhütungsvorschriften „Erd- und Felsbauarbeiten“
- BG Bau, „Leitungsgrabenarbeiten und Leitungsbauarbeiten“

Über die genaue Lage der Kanalsohle liegen uns derzeit keine Angaben vor. Voraussichtlich kommt die geplante Kanalsohle im Löss bzw. der Verwitterungszone zu liegen. Es ist nicht auszuschließen, dass bereichsweise die Kanalsohle im Festgestein zu liegen kommen kann.

Der im Projektareal anstehende Decklehm, Löss und die Verwitterungszone sind ohne Aufbereitung zur Wiederverwendung im Bereich der Grabenhauptverfüllung nicht geeignet.

Zur Vorbemessung der Kanalrohre können bei einer vollständigen Einbindung der Kanalrohre in den Löss und einer Hauptverfüllung oberhalb der Leitungszone mit einem Kies-Sand-Gemisch für die Zone 1 (Überschüttung über Rohrscheitel) die Kennwerte der Bodengruppe G 1 und für die Zone 3 (anstehender Boden neben dem Graben) und die Zone 4 (Boden unter dem Rohr) die Kennwerte der Bodengruppe G 3 in Ansatz gebracht werden.

Bei einer vollständigen Einbindung der Kanalrohre in die Verwitterungszone und einer Hauptverfüllung oberhalb der Leitungszone mit einem Kies-Sand-Gemisch für die Zone 1 (Überschüttung über Rohrscheitel) die Kennwerte der Bodengruppe G 1 und, je nach Zusammensetzung der Verwitterungszone, für die Zone 3 (anstehender Boden neben dem Graben) und die Zone 4 (Boden unter dem Rohr) die Kennwerte der Bodengruppen G 1 bis G 3 in Ansatz gebracht werden.

Sollten die Kanalrohre bereichsweise im Festgestein zu liegen kommen, so ist unterhalb der Leitungssohle eine Bettungsschicht gemäß DIN 1610 anzuordnen.

Die bei den Untersuchungen angetroffenen Bodenschichten (Löss und Verwitterungszone) sind zur Gründung der Schachtbauwerke prinzipiell geeignet. Bei einer Gründung der Schachtbauwerke im Löss bzw. der Verwitterungszone sollte unterhalb der Schachtsohle ein mindestens 20 cm mächtiges, verdichtetes Kiespolster angeordnet werden. Im Gründungsbereich angetroffenes, stark aufgeweichtes bzw. angefülltes Material ist bis auf den tragfähigen Boden auszuheben und mit einem verdichtungsfähigen Kies-Sand-Gemisch zu verfüllen.

Bei der Herstellung von Kanalgräben und Schachtgruben sind grundsätzlich die Richtlinien der DIN 4124 (Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sowie die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten. Im Bereich bestehender Bauwerke gilt zusätzlich die DIN 4123 (Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen).

Generell sind Kanalgrabenböschungen ohne Sicherung, je nach den bodenphysikalischen Eigenschaften des anstehenden Materials, nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel standsicher.

In den im Aushubbereich anstehenden Bodenschichten können Kanalgräben bis zu einer Höhe von $h \leq 5,0$ m bzw. bis zum Grundwasserspiegel erfahrungsgemäß unter einer Böschungneigung $\beta \leq 60^\circ$ (Decklehm, Verwitterungszone) frei abgeböschert werden.

Für den Fall, dass die Kanalgräben und die Schachtgruben bei der geplanten Tiefe im Schutze eines Verbauens durchgeführt werden, kann die Verbaufäche durch einen Voraushub verringert werden.

Als Kanalgrabenverbau kann ein Normverbau bzw. ein mechanisierter Grabenverbau eingesetzt werden, sofern das Verbaumaterial die Anforderungen der DIN 4124 an einen Normverbau erfüllt und sofern es seitens der BG Bau (Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft) geprüft und als geeignet beurteilt wurde.

Es ist nicht auszuschließen, dass es beim Herstellen des Kanalgrabens zu Schichtwasserzutritten kommen kann. Aus den Grabenböschungen möglicherweise austretendes Wasser ist druckfrei abzuleiten.

Die Erd- und Tiefbauarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung durchgeführt werden.

11 Belange Dritter

Mit den Betreibern der an das Projektareal angrenzenden Verkehrswege sind die im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen erforderlichen Verkehrssicherungsmaßnahmen abzuklären.

Die Eigentümer der an das Projektareal angrenzenden Grundstücke und Gebäude sind über die Baumaßnahmen in Kenntnis zu setzen.

Um ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen entgegentreten zu können, empfehlen wir, an den Gebäuden und Verkehrswegen, die im Umfeld des Neubaugebietes vorhanden sind, eine Beweissicherung durchzuführen.

Bei ordnungsgemäßer Durchführung der Erschließung und Bebauung werden aus geotechnischer Sicht keine weiteren Belange Dritter berührt.

12 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die geplante Erschließung und die Bebauung des Neubaugebietes „Bühl III“ in Lörrach, Ortsteil Brombach unter Berücksichtigung der oben genannten Hinweise und Empfehlungen aus geotechnischer Sicht möglich sind. Unter Beachtung der oben aufgeführten Hinweise und Empfehlungen ist auch eine Bebauung der Grundstücke mittels Tiefgaragen aus geotechnischer Sicht prinzipiell möglich.

Die Erd-, Tiefbau- und Straßenbaumaßnahmen müssen geotechnisch betreut werden.

Die geotechnischen Randbedingungen für die geplante Bebauung der Grundstücke sind im Bericht nur allgemein erläutert. Daher sollten die geotechnischen Randbedingungen für die Errichtung der einzelnen Bauwerke auf der Grundlage projektbezogener Baugrunduntersuchungen festgelegt werden.

Sollten im Zuge der Erd- und Tiefbauarbeiten Abweichungen von den dargestellten Untersuchungsergebnissen angetroffen werden, so sind die Erd- und Tiefbauarbeiten, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Baugrundsachverständigen, entsprechend anzupassen.

Den Aussagen dieser Stellungnahme liegen die uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen zugrunde. Bei eventuellen Planungsänderungen ist zu überprüfen, ob die gemachten Angaben für den geänderten Planungsstand Gültigkeit haben.

Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

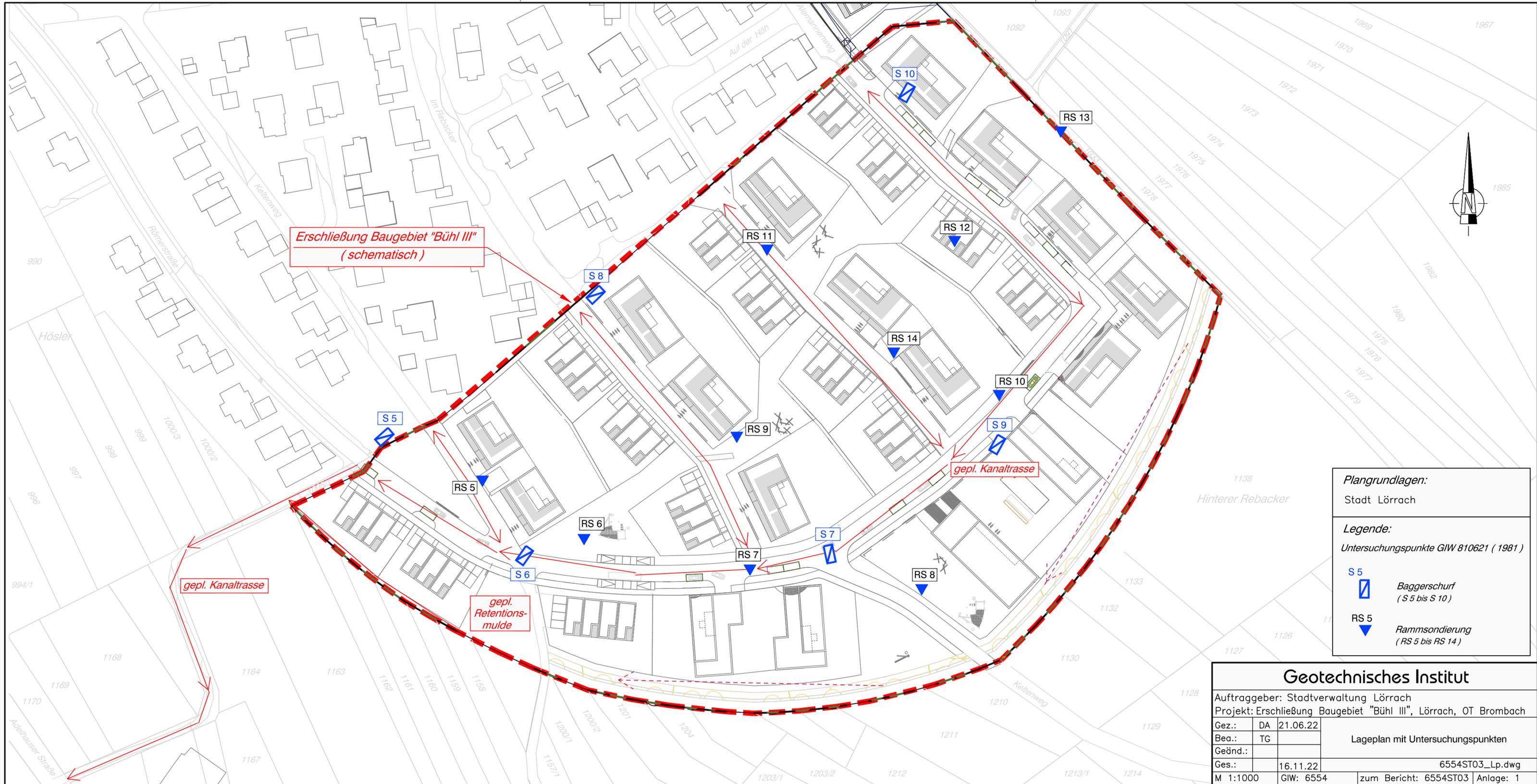
GEOTECHNISCHES INSTITUT GmbH

Hans-Jürgen Lenz
Dipl.-Ing. Dipl.-Geol.



Anlagen

- 1 Lageplan; M 1:1.000
- 2.1 – 2.6 Schurfbeschreibungen der Schürfe S 5 bis S 10 des Geotechnischen Berichtes
GIW81621 vom 25.08.1981
- 3.1 – 3.5 Protokolle der Rammsondierungen RS 5 bis RS 14 des Geotechnischen Berichtes
GIW81621 vom 25.08.1981



Erschließung Baugebiet "Bühl III"
(schematisch)

gepl. Kanaltrasse

gepl. Retentions-
mulde

gepl. Kanaltrasse

Plangrundlagen:
Stadt Lörrach

Legende:
Untersuchungspunkte GIW 810621 (1981)

S 5 Baggerschurf
(S 5 bis S 10)

RS 5 Rammsondierung
(RS 5 bis RS 14)

Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Stadtverwaltung Lörrach			
Projekt: Erschließung Baugebiet "Bühl III", Lörrach, OT Brombach			
Gez.:	DA	21.06.22	Lageplan mit Untersuchungspunkten
Bea.:	TG		
Geänd.:			
Ges.:		16.11.22	6554ST03_Lp.dwg
M 1:1000	GIW: 6554	zum Bericht: 6554ST03	Anlage: 1

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf S5
Tiefenlage
(m unter GOK)

0.00 - 0.40 Mutterboden (zum Teil aufgefüllt)

Schluff, tonig, schwach sandig bis sandig, kiesig, stark durchwurzelt, humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht.

- 0.70 Decklehm

Schluff, tonig, schwach sandig, kiesig, steinig (Kalksteinbrocken), durchwurzelt, braun, rötlich, weich, erdfeucht.

- 1.50 Mergelstein bis Kalkmergelstein, völlig aufgelockert

Kalkstein, mergelig, beige, fest, hart, z.T. zerbröckelbar, überwiegend in natürlichem Verband, aufgelockert zu Steine und Blöcke ($\emptyset = 30$ cm, plattig, eckige Kluftkörper, Anteil ca. 80 - 90%) in Matrix aus: Schluff, feinsandig, kiesig, gelblich-grau, weich, erdfeucht.

- 2.80 Dolomit, stark aufgelockert, stark verwittert bis verwittert

E.T. Dolomit, gelblich beige, in natürlichem Verband (kantige Kluftkörper, $\emptyset = 30$ cm), fest, hart bis zerbröckelbar, bricht muschelrig, Klüfte verlehmt; in Matrix aus: Schluff, stark tonig, rotbraun, weich, leicht feucht; einzelne dünne (ca. 5 - 10 cm) Lagen, völlig bis sehr stark verwittert; (Einfallrichtung/ Einfallen in Altgrad)

Schichtung = 231/20

= 218/11

Klüftung = 10/35

= 55/80

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf S6

Tiefenlage

(m unter GOK)

0.00 - 0.20

Mutterboden

Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, durchwurzelt, humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht.

- 0.50

Decklehm

Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig bis kiesig, steinig (Kalksteinbruchstücke, kantenrund), Wurzeln, Wurmgänge, rotbraun, weich bis steif, erdfeucht, nicht kalkig.

- 1.50

Kalkstein, völlig aufgelockert (Übergangszone)

Steine und Blöcke ($\emptyset \leq 20$ cm, kantig bis kantenrund, Kalksteinbruchstücke und Kluftkörper, z.T. in natürlichem Verband, Anteil ca. 70 - 80%) in Matrix aus: Schluff, tonig bis stark tonig, kiesig, sandig, rotbraun-gelblich, weich bis steif, krümelig, partiell Kornabstützung vorhanden.

- 2.50

Kalkstein, stark aufgelockert, verwittert bis angewittert

E.T.

Kalkstein, in natürlichem Verband, Mikrit, dunkelgrau, geklüftet, ca. 30 - 40% der Kluftkörper mit $\emptyset \geq 30$ cm; Klüfte vielfach verlehmt, in Matrix aus: Schluff, stark tonig, sehr schwach feinsandig, schwach kiesig, gelblich bis weißlichbraun, weich, erdfeucht; Einschaltungen von zentimeterstarken Mergellagen, völlig verwittert; an der Basis kompakte Kalksteinlage;

(Einfallrichtung/Einfallen in Altgrad)

Schichtung = 288/40
 = 342/9
 = 342/18
 = 356/27

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf 7

Tiefenlage
(unter GOK)

- | | |
|----------------|---|
| 0.00 - 0.40 | <u>Mutterboden,</u>
Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, stark durchwurzelt, humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht. |
| - 1.50 | <u>Lößlehm</u>
Schluff, schwach tonig, feinsandig, Wurzeln und Wurmröhren, gelbbraun, weich bis steif, erdfeucht, nicht bis wenig kalkig, $Pe = 1.5 - 2.0 \text{ kg/cm}^2$; GP5 bei -1.0 m. |
| - 5.10 | <u>Löß</u>
Schluff, sehr schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, gelbbraun, rostig gefleckt, steif, erdfeucht, $Pe = 2.5 \text{ kg/cm}^2$; ab 2.90 weich, leicht feucht, bricht schollig, $Pe = 1.5 \text{ kg/cm}^2$; bis 3.50 zahlreiche Schneckenreste, z.T. gut erhalten, feste Mn-Krusten; UP4 bei 3.00 m. |
| - 5.60
E.T. | <u>Lößlehm</u>
Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, ocker, steif, erdfeucht, naß, $Pe \geq 4.5 \text{ kg/cm}^2$. |

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf S8

Tiefenlage

(m unter GOK)

0.00 - 0.20 Mutterboden

Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach kiesig, stark durchwurzelt, humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht.

- 0,80 Kalkstein, völlig aufgelockert (Übergangszone)

Kalkstein, mittelgrau, feinspätig, in natürlichem Verband, stückig zerbrochen, Kantenlängen ca. 15 x 15 x 10 cm, oberflächlich angewittert, stark verlehmt; in Matrix (Anteil ca. 20%): Schluff, tonig bis stark tonig, schwach sandig bis sandig, kiesig, Wurzeln, rotbraun, steif, erdfeucht.

- 1.50 Kalkstein, völlig bis stark aufgelockert

Kalkstein, in natürlichem Verband, wie oben, Kluftkörper ca. 20 x 20 x 20 cm, selten $\emptyset \geq 30$ cm), Klüfte verlehmt, Matrixanteil ca. 10 - 0%.

(Einfallrichtung/Einfallen in Altgrad)

Schichtung = 252/14

= 252/14

= 248/23

- 2.10 Dolomit, völlig bis stark verwittert, stark aufgelockert

E.T. Dolomit, in natürlichem Verband, völlig bis stark verwittert zu: Schluff, feinsandig, kiesig, steinig (Dolomitbröckchen, fest, zerbröckelbar), weißlich-beige, halbfest bis fest, erdfeucht, stark kalkig; an der Basis kompakter Kalkstein.

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf S9

Tiefenlage

(m unter GOK)

0.00 - 0.40

Mutterboden

Schluff, tonig, sandig, stark durchwurzelt, humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht.

- 2.00

Decklehm

Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig, schwach steinig, Wurzeln, Wurmgänge, braun, rötlich, steif, erdfeucht, $P_e = 3.0 - 3.5 \text{ kg/cm}^2$; im unteren Bereich Mn-fleckig; UP5 bei -1.5.

- 3.20

Lößlehm

Schluff, schwach tonig, feinsandig, sehr schwach kiesig, gelblich-braun, weich bis steif, erdfeucht, zahlreiche Mn-Konkretionen, erbsen- bis haselnußgroß, weich, wenige Schalenreste; $P_e = 2.5 - 3.0 \text{ kg/cm}^2$, an der Basis Fe-Ausfällungshorizont (ca. 10 cm stark).

- 4.20

Löß bis Lößlehm

Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, schwach kiesig bis kiesig, sehr schwach steinig, grünlich- bis bräunlich-grau, weich bis steif, erdfeucht, zahlreiche Schneckenreste.

- 4.80

Hanglehm, alt

E.T.

Schluff, tonig, feinsandig, schwach steinig (Kalksteinbruchstücke), rotbraun, weich, krümelig, erdfeucht, keine Schalenreste, $P_e = 1.5 \text{ kg/cm}^2$.

SCHURFBESCHREIBUNG

Schurf S10
Tiefenlage
(m unter GOK)

0.00 - 0.20 Mutterboden

Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, durchwurzelt, braun,
weich bis steif, erdfeucht.

- 0,40 Decklehm

Schluff, tonig, schwach sandig, kiesig, Wurzelreste, rotbraun,
steif, erdfeucht.

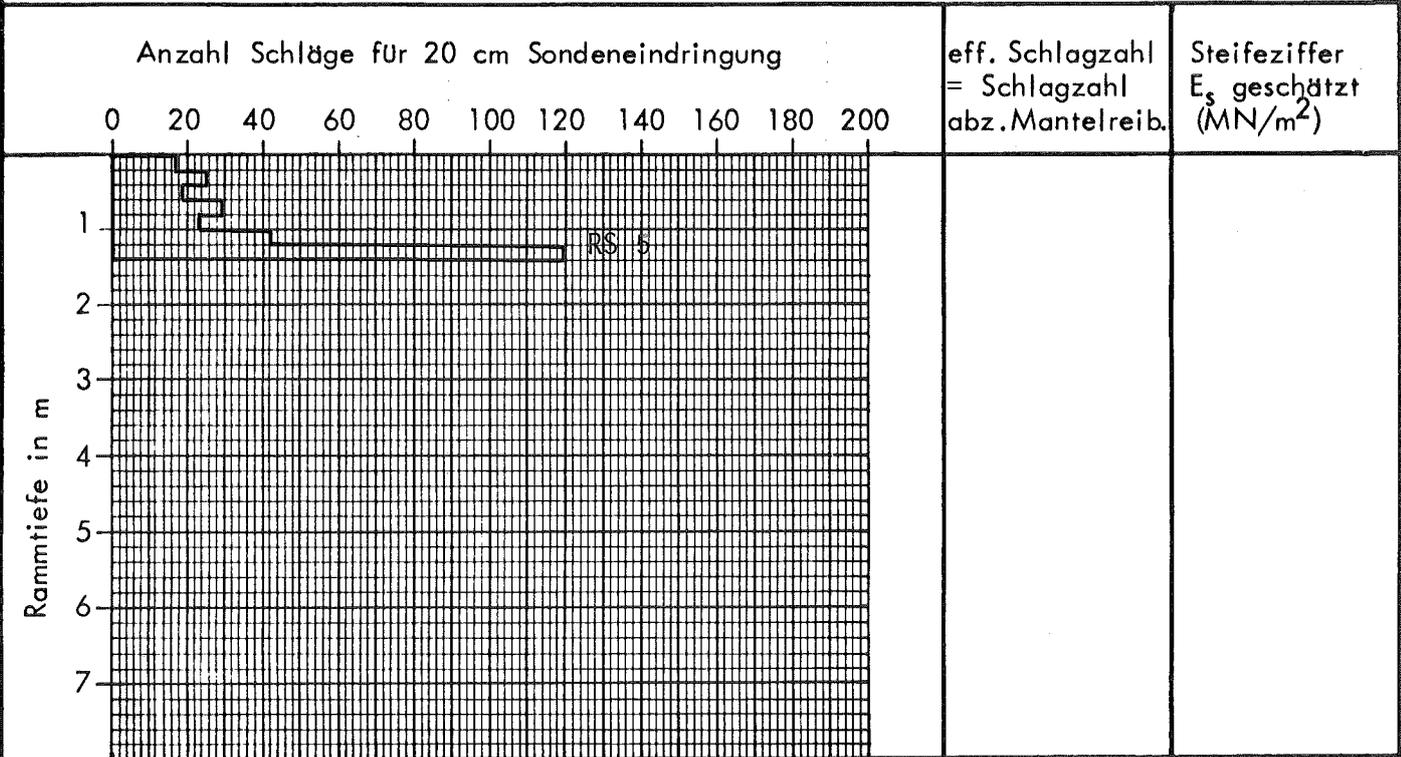
- 4.50 Dolomit, völlig verwittert

E.T. Dolomit, in natürlichem Verband, Feinschichtung deutlich
erkennbar, völlig verwittert zu: Schluff, schwach tonig
bis tonig, feinsandig, schwach kiesig bis kiesig, schwach
steinig bis steinig, einzelne Blöcke ($\emptyset = 40$ cm, Härtlinge
aus Dolomitgestein, leicht kalkig, fest, meist zerbröckel-
bar), hellbeige, kreidig, halbfest bis fest, $P_e = 4,0 -$
 4.5 kg/cm², erdfeucht bis trocken; leicht durch Bagger
aushebbar, im oberen Bereich einzelne 5 cm starke Silex-
lagen (grau, splittriger Bruch, sehr hart, nicht kalkig),
bei 1.30 - 1.80 feste Dolomitbank, GP6 bei 1.0 m.
Schichtung = 189/32

RAMMSONDIERUNG NR. 5

Datum: 1.7.1981

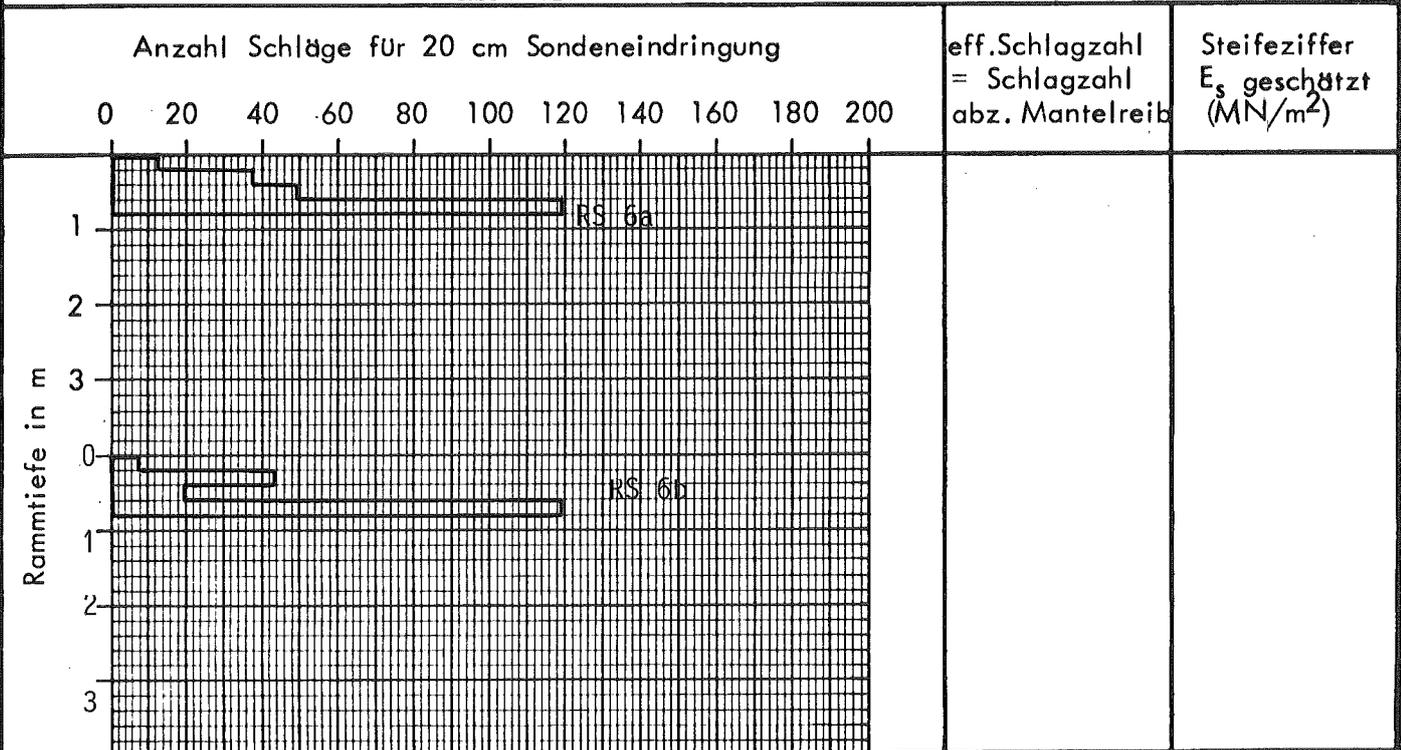
Signatur: Sr



RAMMSONDIERUNG NR. 6a, 6b

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



Bemerkungen: Bestimmung der Mantelreibung: Heben der Sonde um 30 cm und Nachschlagen um 20 cm = 0
 Bürgewicht: 10 kg ; Fallhöhe: 0,50 m ; Spitzenquerschnitt: 5 cm²

RS : Höhe in m u. NN.:

 Koordinaten:

 RS : Höhe in m u. NN.:

 Koordinaten:

Geotechnisches Institut

Bauherr: Stadt Lörrach, Bebauungsplan Bühl III

Bea.:
 Ges.:
 Maßstab H 1 : 100

Protokoll der Rammsondierung Nr.:

GIW 810621

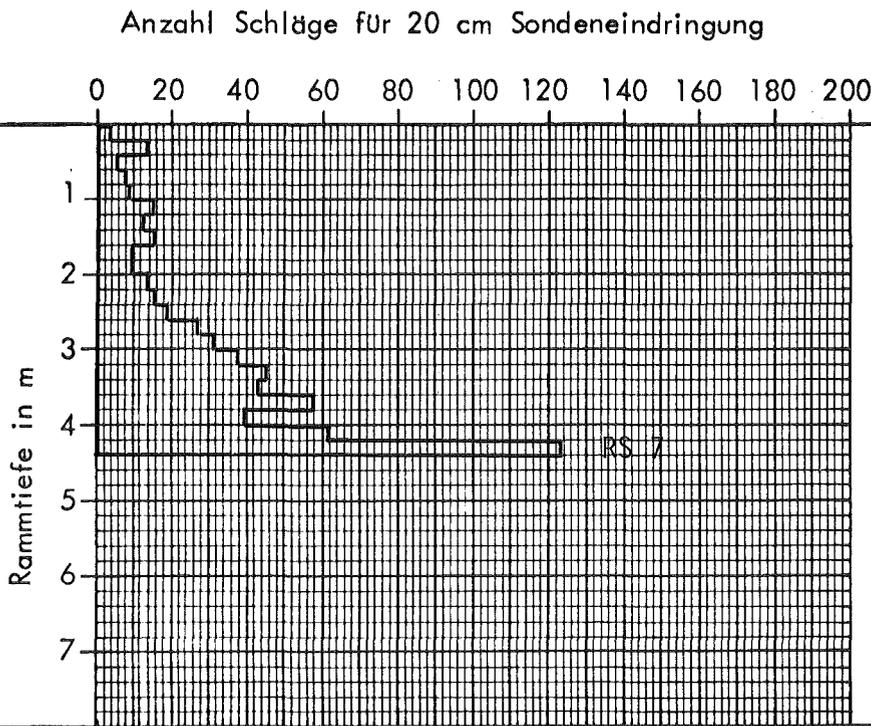
zum Bericht vom: 17.8.81

Anlage: 18

RAMMSONDIERUNG NR. 7

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



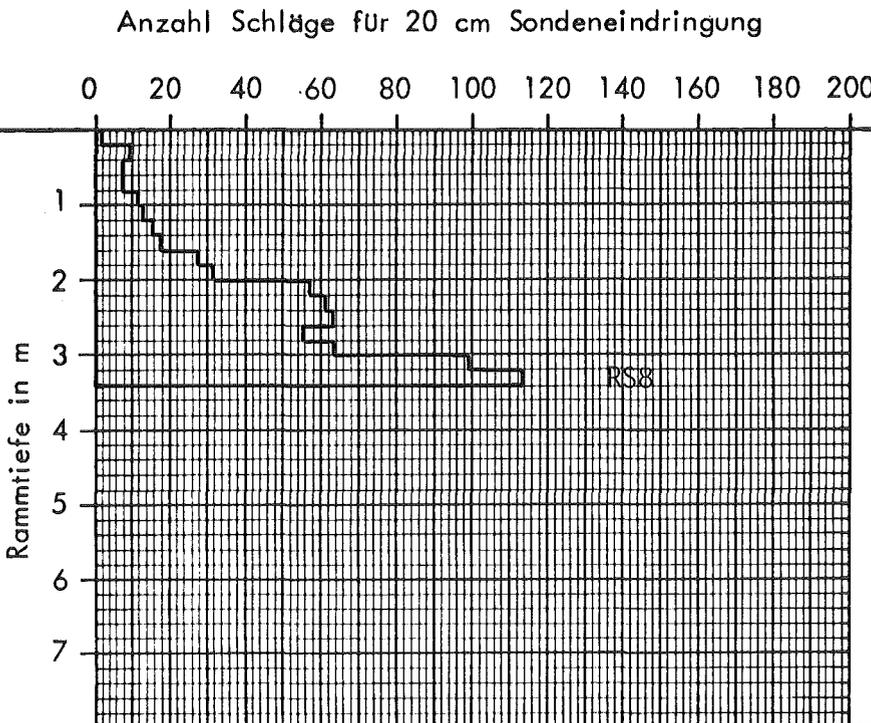
eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

RAMMSONDIERUNG NR. 8

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

Bemerkungen: Bestimmung der Mantelreibung: Heben der Sonde um 30 cm und Nachschlagen um 20 cm = 0
Bärgewicht: 10 kg ; Fallhöhe: 0,50 m ; Spitzenquerschnitt: 5 cm²

RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:

RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:

Geotechnisches Institut

Bauherr: Stadt Lörrach, Bebauungsplan Büh1 III

Bed.:
Ges.:
Maßstab H 1 : 100
GIW 810621

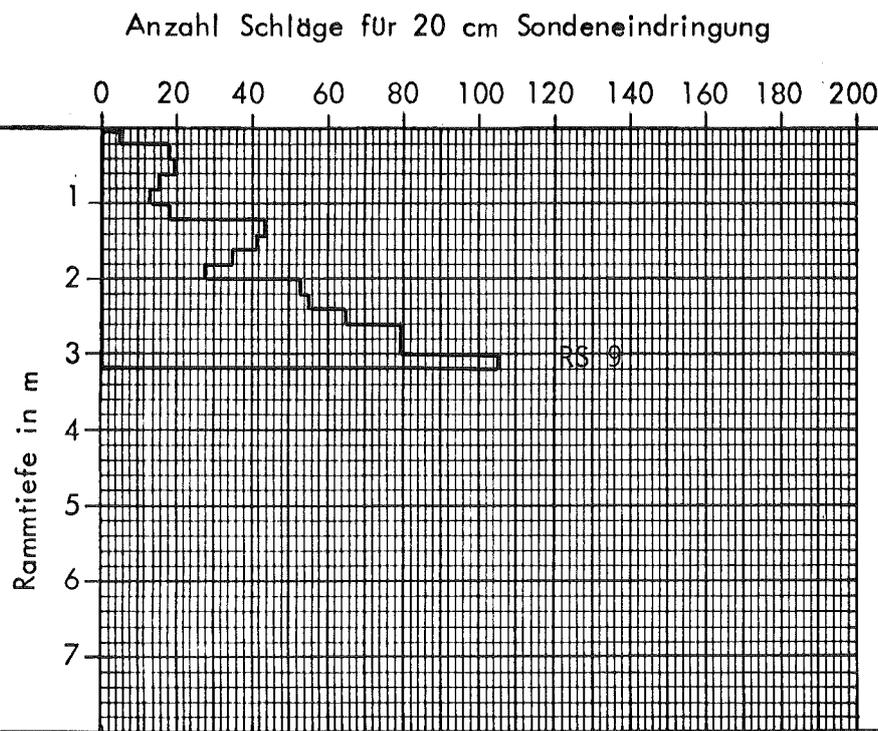
Protokoll der Rammsondierung Nr.:

zum Bericht vom: 17.8.81 Anlage: 19

RAMMSONDIERUNG NR. 9

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



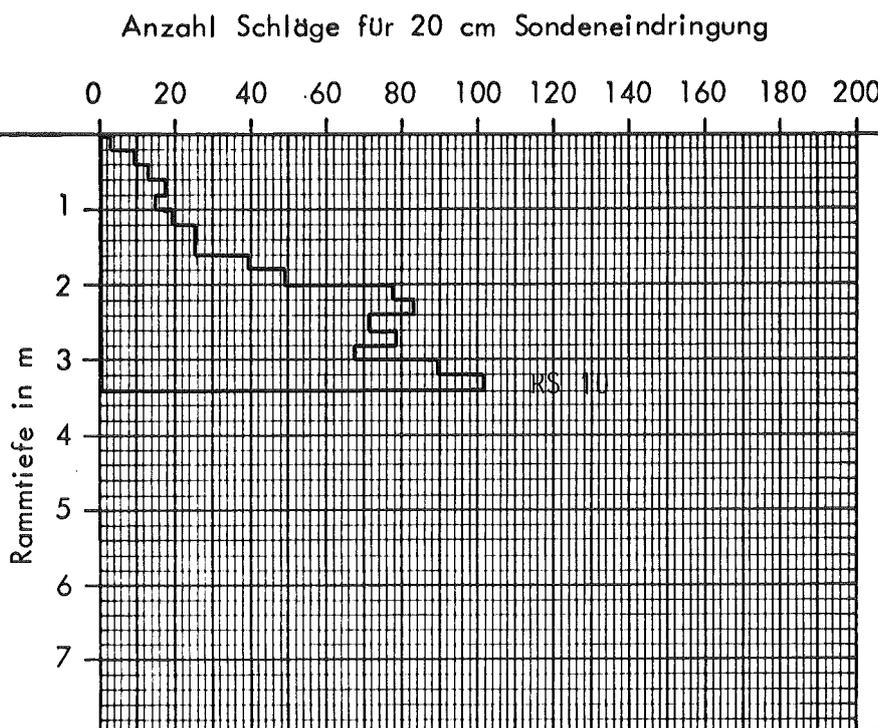
eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

RAMMSONDIERUNG NR. 10

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

Bemerkungen: Bestimmung der Mantelreibung: Heben der Sonde um 30 cm und Nachschlagen um 20 cm = 0
Bürgewicht: 10 kg ; Fallhöhe: 0,50 m ; Spitzenquerschnitt: 5 cm²

RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:

RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:
.....

Geotechnisches Institut

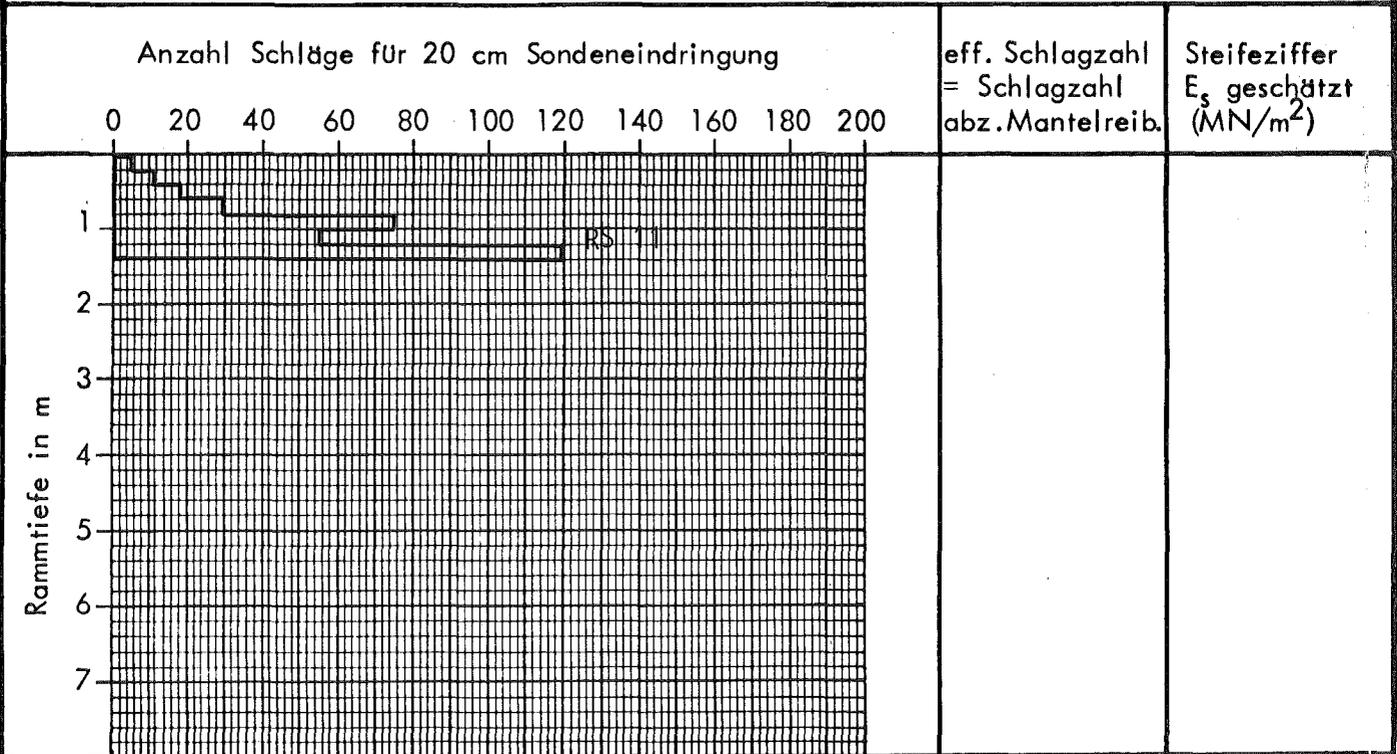
Bauherr: Stadt Lörrach, Bebauungsplan Büh1 III

Bea.:
Ges.:
Maßstab H 1 : 100
GIW 810621

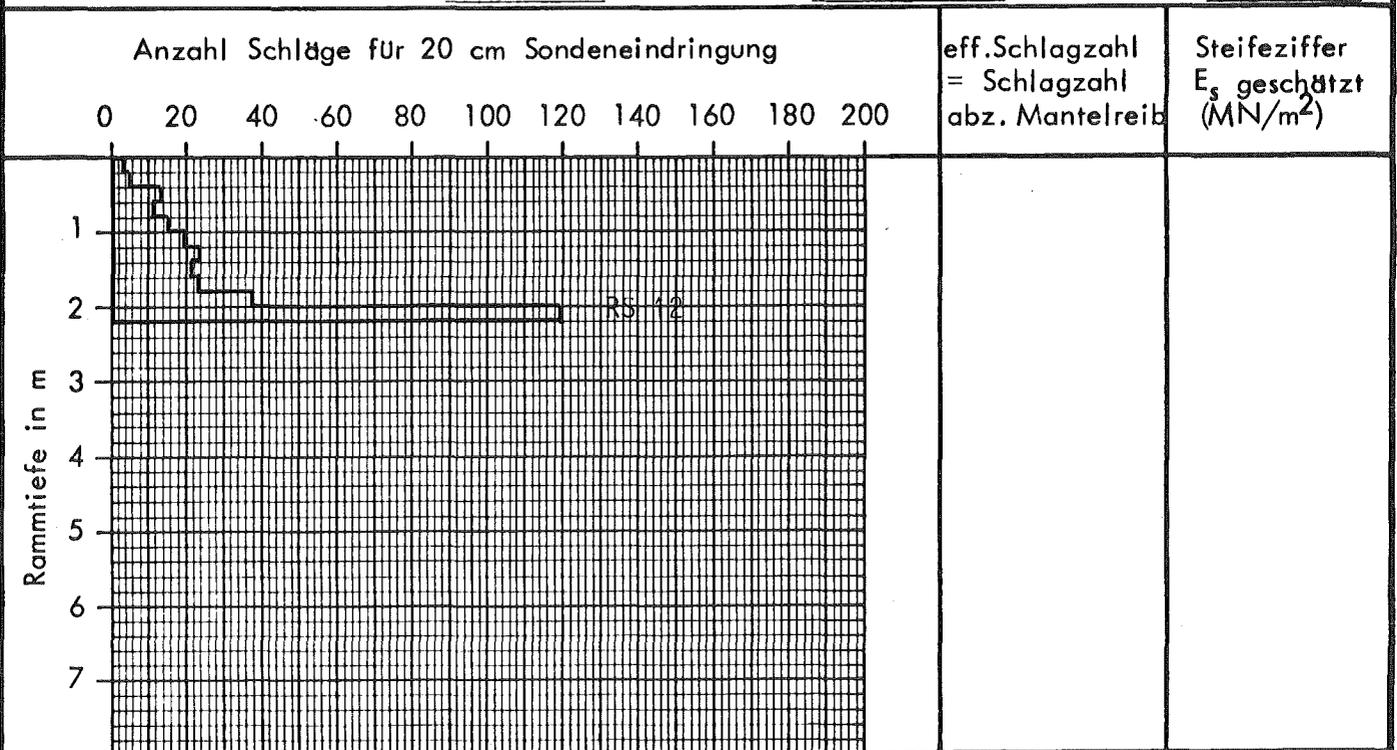
Protokoll der Rammsondierung Nr.:

zum Bericht vom: 17.8.81 Anlage: 20

RAMMSONDIERUNG NR. 11 Datum: 1.7.1981 Signatur: Sr



RAMMSONDIERUNG NR. 12 Datum: 1./1981 Signatur: Sr



Bemerkungen: Bestimmung der Mantelreibung: Heben der Sonde um 30 cm und Nachschlagen um 20 cm = 0
Bärgewicht: 10 kg ; Fallhöhe: 0,50 m ; Spitzenquerschnitt: 5 cm²

RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:
.....
RS : Höhe in m u. NN.:
.....
Koordinaten:
.....

Geotechnisches Institut

Bauherr:

Stadt Lörrach, Bebauungsplan Bühl III

Bea.:
Ges.:
Maßstab H 1 : 100

Protokoll der Rammsondierung Nr.:

GIW 810621

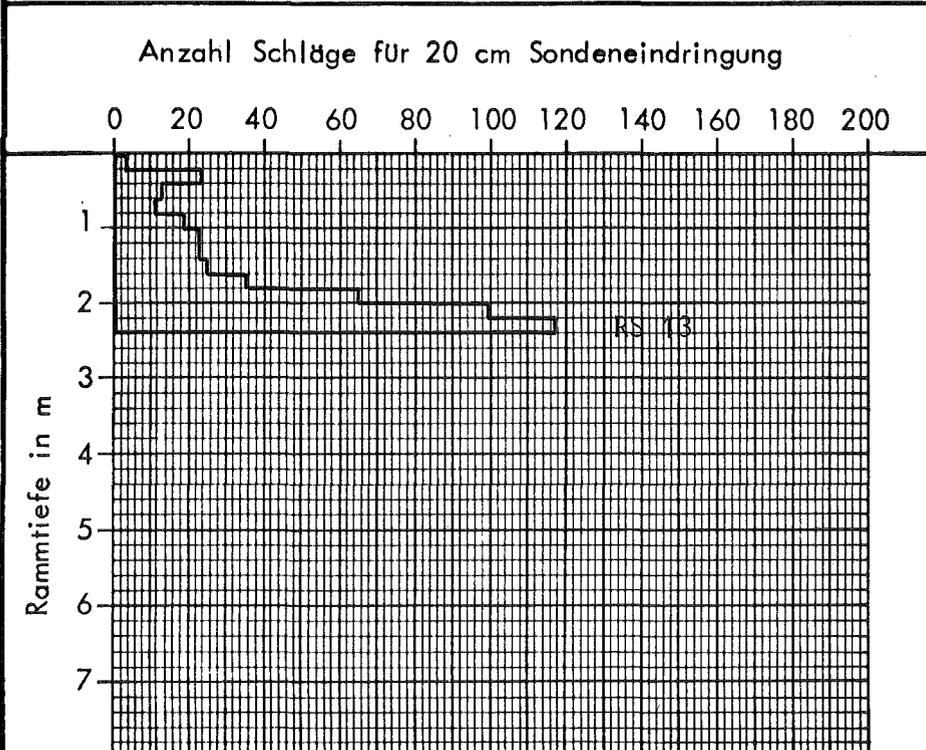
zum Bericht vom: 17.8.81

Anlage: 21

RAMMSONDIERUNG NR. 13

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



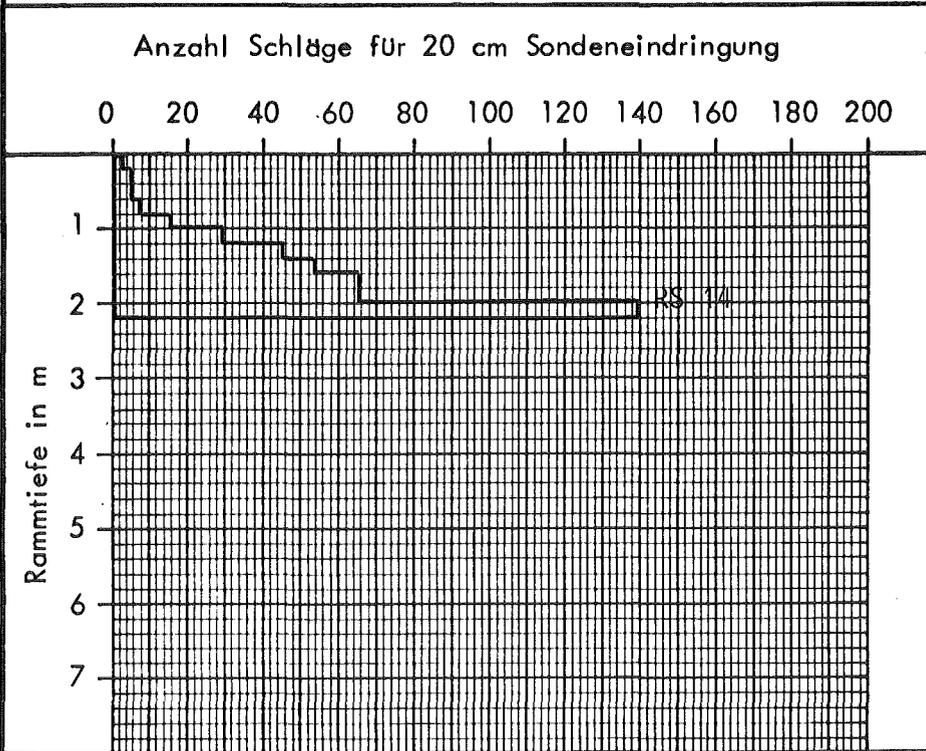
eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

RAMMSONDIERUNG NR. 14

Datum: 1.7.1981

Signatur: Sr



eff. Schlagzahl
= Schlagzahl
abz. Mantelreib.

Steifeziffer
 E_s geschätzt
(MN/m²)

Bemerkungen: Bestimmung der Mantelreibung: Heben der Sonde um 30 cm und Nachschlagen um 20 cm = 0
Bärgewicht: 10 kg ; Fallhöhe: 0,50 m ; Spitzenquerschnitt: 5 cm²

RS : Höhe in m u. NN.:

.....
Koordinaten:

RS : Höhe in m u. NN.:

.....
Koordinaten:
.....

Geotechnisches Institut

Bauherr: Stadt Lörrach, Bebauungsplan Bühl III

Bea.:
Ges.:
Maßstab H 1 : 100

Protokoll der Rammsondierung Nr.:

GIW 810621

zum Bericht vom: 17.8.81 Anlage: 22