

Bericht über die  
geotechnischen Untersuchungen  
für die Erschließung des  
Baugebiets "Hugenmatt"  
- Lörrach, Ortsteil Brombach -

**Auftraggeber:** **Stadtverwaltung Lörrach**  
Postfach 1260, 79537 Lörrach

**GIW-Nr.:** 20124472  
**Bericht:** Ha/Ge/4472BE01  
**vom:** 09.04.2013  
**Sachbearbeiter:** Dipl.-Min. Ch. Haberhauer

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Vorgang .....	1
1.2	Verwendete Unterlagen .....	1
1.3	Projektareal und Bauvorhaben .....	2
<b>2</b>	<b>Durchgeführte Untersuchungen</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>4</b>
3.1	Geologische Übersicht .....	4
3.2	Geotechnische Verhältnisse .....	5
3.2.1	<i>Mutterboden</i> .....	5
3.2.2	<i>Deckschichten</i> .....	5
3.2.3	<i>Wieseschotter</i> .....	6
3.3	Wasserverhältnisse .....	8
3.3.1	<i>Allgemeines</i> .....	8
3.3.2	<i>Versickerungsfähigkeit des Untergrundes</i> .....	9
3.4	Erdbebengefährdung .....	9
3.5	Chemische Analyse von Bodenproben .....	10
<b>4</b>	<b>Geotechnische Randbedingungen für die Bebauung des Projektareals</b> .....	<b>13</b>
4.1	Allgemeines .....	13
4.2	Bauwerksgründungen .....	13
4.3	Baugrubenausbildung .....	15
<b>5</b>	<b>Tragfähigkeit des Untergrundes im Bereich von Fahrbahnflächen</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Kanalisation</b> .....	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Geothermische Randbedingungen</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Belange Dritter</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b> .....	<b>21</b>

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

1	Lageplan, M 1:1.000
2.1 - 2.3	Schnitte A-A bis C-C, M 1:500/100
3.1 - 3.6	Bohrprofile zu den Rammkernbohrungen RKB 1 bis RKB 6
4.1 - 4.4	Schurfbeschreibungen S 1 bis S 4
5.1 - 5.4	Protokolle der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4
6	Protokoll und Auswertung des Versickerungsversuchs im Schurf S 1
7.1 + 7.2	Grundwasserstände des ehemaligen Trinkwasserbrunnens Hugenmatt (Messstellennr. 131/073-3) von 1960 bis 2012
8	Ergebnisse der Sieb(Schlamm)analysen an fünf Bodenproben
9.1 - 9.4	Diagramme zur Bemessung flachgegründeter Einzel- und Streifenfundamente
10.1	Tabellarische Zusammenfassung der Analyseergebnisse der Auffüllungsproben
10.2.1 - 10.2.16	Ergebnisse der chemischen Analysen der Bodenproben; SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen
11.1 + 11.2	Lage- und Höhenkoordinaten der Untersuchungspunkte; Fachbereich Vermessung, Stadt Lörrach

## 1 Einleitung

### 1.1 Vorgang

Die Stadt Lörrach plant das Neubaugebiet "Hugenmatt" auf den Grundstücken Lgb.-Nrn. 3164 und 3164/1 in Lörrach, Ortsteil Brombach zu erschließen. Die Erschließung umfasst den Bau von Kanälen, Versorgungsleitungen sowie Verkehrsflächen.

Die Lage des Untersuchungsgebietes geht aus dem Lageplan in Anlage 1 hervor.

Eine Erschließungsplanung liegt bislang nicht vor. Eine städtebauliche Planungsstudie wurde durch die Büros Morger + Dettli Architekten AG, Basel und Westpol Landschaftsarchitektur, Basel im Jahre 2011 erstellt.

Mit dem Schreiben vom 24.09.2012 wurde das Geotechnische Institut durch die Stadt Lörrach beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Projektareal zu untersuchen sowie die geotechnischen und hydrogeologischen Randbedingungen für die Erschließung des geplanten Neubaugebietes "Hugenmatt" festzulegen. Die Beauftragung erfolgte auf der Grundlage des Angebotes des Geotechnischen Institutes 12074AB2 vom 18.09.2012.

Im vorliegenden Bericht sind die durchgeführten Untersuchungen sowie die darauf basierenden geotechnischen und hydrogeologischen Randbedingungen für die Erschließung dargestellt und erläutert.

### 1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Projektbearbeitung wurden dem Geotechnischen Institut seitens des Auftraggebers folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt.

- [1] Lageplan, Stand 01/2013, digital, dwg-Format; Vermessungsamt Lörrach; per E-Mail vom 11.01.2013
- [2] Städtebaulicher Entwurf "Baugebiet Hugenmatt" (Stand Nov. 2011); Morger + Dettli Architekten AG, Basel und Westpol Landschaftsarchitektur, Basel; pdf-Format (Daten-CD) per Post am 16.04.2012
- [3] Orientierende Erkundung (E<sub>1,2</sub>) der Altablagerung "Hugenmatt/Wiesenbrücke" in Lörrach-Brombach vom 01.09.1995; Weber Ingenieure GmbH, Pforzheim; pdf-Format (Daten-CD) per Post am 16.04.2012

Außerdem wurden zur Projektbearbeitung die folgenden Unterlagen und Richtlinien verwendet:

- [4] Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV "Boden";03/2007)
- [5] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV; 12/2004)
- [6] Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25.000; Blatt 8312 Schopfheim, (Vorläufige Ausgabe, 2000)
- [7] Leitfaden zur Nutzung von Erdwärmesonden, Umweltministerium Baden-Württemberg (05/2005)

Des Weiteren wurden verschiedene Unterlagen aus unserem Archiv über die geologischen Verhältnisse in der Umgebung des Projektareals mit herangezogen.

### **1.3 Projektareal und Bauvorhaben**

Das Projektareal befindet sich am östlichen Ortsrand von Lörrach im Ortsteil Brombach auf den Grundstücken Lgb.-Nrn. 3164 und 3164/1.

Das geplante Neubaugebiet liegt zwischen der Bahnlinie Basel - Zell im Norden, dem Fluss Wiese im Nordosten, dem Gewerbekanal (Lörracher Teich) und der als Zufahrt dienenden Alten Straße im Süden sowie einer bestehenden Wohnbebauung im Westen (siehe Lageplan Anlage 1). Südlich der Alten Straße verläuft die Schopfheimer Straße, die an den bewaldete Hang des Schindelbergs grenzt.

Das Untersuchungsgebiet ist nahezu eben und größtenteils mit Gras bewachsen. Zur Wiese und zum Gewerbekanal (Lörracher Teich) hin besteht jeweils ein Hochwasserschutzdamm. Das Grundstück Lgb.-Nr. 3164/1 ist nahezu vollständig überbaut. Die dort errichtete Tennishalle sowie vier Hartplätze werden momentan durch den Motorsportclub "Erdferkel e.V." genutzt. Auf dem Grundstück Lgb.-Nr. 3164 sind zwei Sportplätze (Rasenplätze) angelegt, die zur Zeit noch vom Fußballverein Brombach genutzt werden.

In der Südostecke des Untersuchungsareals liegt die behördlich bekannte Altablagerung "Hugenmatt" [3], auf der zum Teil ein asphaltierter Parkplatz angelegt ist. Östlich hiervon befindet sich ein kleines Wasserkraftwerk an dem die Wiese gestaut wird; hier zweigt der südlich verlaufende Gewerbekanal (Lörracher Teich) ab.

Im westlichen Teil befindet sich außerdem das alte Brunnenhäuschen des ehemaligen Trinkwasserbrunnens Hugenmatt (Messstellen-Nr. 131/073-3).

Über das Projektareal führt eine geschotterte Fahrstraße, welche die Zufahrt zum ehemaligen Trinkwasserbrunnen "Hugenmatt" sowie zu den Sportanlagen ermöglicht.

Detaillierte Angaben zur geplanten Bebauung bzw. Erschließung des Neubaugebietes liegen uns derzeit nicht vor.

## **2 Durchgeführte Untersuchungen**

Nachfolgend werden die gemäß Vorgabe des Auftraggebers durchgeführten Untersuchungen erläutert:

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 28. und 29.01.2013 sechs Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 6) bis in eine Tiefe von maximal 4,6 m (RKB 3) unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Die Bohrkern wurden seitens des Geotechnischen Institutes unter geotechnischen Gesichtspunkten aufgenommen. Die Gesamtlänge der Rammkernbohrungen beträgt 17,9 lfdm. Die detaillierten Bohrkernbeschreibungen sind dem Bericht mit den Anlagen 3.1 bis 3.6 beigelegt.

Des Weiteren wurden mittels eines Baggers vier Schurfgruben (S 1 bis S 4; siehe Lageplan, Anlage 1) bis in Tiefen von maximal 2,8 m u. GOK ausgehoben. Die dabei entstandenen Bodenanschnitte wurden seitens des Geotechnischen Institutes geotechnisch aufgenommen. Die Schurfbeschreibungen sind in den Anlagen 4.1 bis 4.4 aufgeführt.

Außerdem wurden zur Ermittlung der Lagerungsdichte sowie der Schichtgrenzen seitens des Geotechnischen Institutes vier Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 4) mit einer schweren Rammsonde nach DIN 4094 bis in eine Endtiefe von maximal 5,0 m unter GOK abgeteuft. Die Ergebnisse der Sondierungen, deren Gesamtlänge 18,8 m beträgt, sind in den Anlagen 5.1 bis 5.4 dokumentiert.

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit der oberflächennah anstehenden Bodenschichten wurde in der Schurfgrube S 1 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die Messergebnisse sowie das Auswertungsprotokoll des Versickerungsversuches sind in der Anlage 6 aufgeführt.

Um Aussagen über die Verwendung von Aushubmaterial machen zu können, wurde zur Bestimmung der Schwermetallbelastung des natürlichen Untergrundes aus dem bei den Rammkernbohrungen und Schürfen gewonnenen Bodenmaterial, jeweils aus dem Bereich des Oberbodens, des Decklehms und der Wieseschotter, eine Bodenmischprobe erstellt. Insgesamt wurden 5 Oberbodenproben, 4 Deckschichten und 6 Wieseschotterproben entnommen und im Labor der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen auf Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink chemisch untersucht.

Außerdem wurden im Bereich der Altablagerung Hugenmatt, des Schurfes S 2 und des Wiesedamms insgesamt fünf Bodenmischproben aus der Auffüllung entnommen und auf die Parameter der VwV Boden [4] analysiert. Diese Analysen dienen der Abschätzung der Kontamination des Auffüllungsmaterials, im Hinblick auf eine spätere mögliche Entsorgung.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen der Bodenproben sind in den Anlagen 10.1 sowie 10.2.1 bis 10.2.16 dokumentiert.

Zusätzlich wurden im Erdbaulabor des Geotechnischen Instituts an zwei Deckschichtenproben Siebschlämmanalysen und an drei Wieseschotterproben Siebanalysen durchgeführt, um deren Korngrößen-verteilungen zu bestimmen (siehe Anlage 8).

Sämtliche Untersuchungspunkte wurden seitens des Vermessungsamtes Lörrach lage- und höhenmäßig eingemessen (siehe Anlagen 10.1 und 10.2). Die Lage der Untersuchungspunkte ist im Lageplan (Anlage 1) dargestellt.

## **3 Untersuchungsergebnisse**

### **3.1 Geologische Übersicht**

Das Untersuchungsareal liegt geologisch gesehen im östlichen Randbereich der so genannten Lörracher Flexurzone, der östlichen Begrenzung des Oberrheingrabens, am südlichen Talrand des Wiesentals. Der Untergrund des Projektgebietes baut sich aus den quartären Lockergesteinen der Wiese, den so genannten Wieseschottern, auf. An der Basis der Wieseschotter folgen laut dem vorliegenden Bohrprofil des Brunnens "Hugenmatt" Kalksteine, die den Schichten des Unteren Muschelkalk zuzuordnen sind und die gemäß Geologischer Karte auch unmittelbar am südlichen Talrand (Anstieg zum Schindelberg) anstehen. Der Untere Muschelkalk kann im Allgemeinen eine

Mächtigkeit von ca. 40 m erreichen. Darunter folgen die Schichten des Buntsandstein mit Schichtmächtigkeiten bis über 100 m.

Die Wieseschotter werden von Deckschichten überlagert.

Lokal sind anthropogene Auffüllungen über den Wieseschottern oder über den Deckschichten vorhanden.

Im Oberen Wiesental, dem Herkunftsgebiet der Lockergesteinssedimente (Wieseschotter) stehen zahlreiche Erz- und Mineralgänge an, die teilweise schon im Mittelalter abgebaut wurden. Daher ist mit einer geogenen Vorbelastung der transportierten Sedimente (erodierte Erzgänge und aus den mittelalterlichen Abraumhalden ausgeschwemmtes Material) zu rechnen. D. h. die im Projektgebiet anstehenden natürlichen Sedimente können erhöhte Schwermetallgehalte aufweisen.

## **3.2 Geotechnische Verhältnisse**

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden im Untergrund des Projektareals die nachfolgend aufgeführten Bodenschichten angetroffen. Die Untersuchungen zeigten, dass die jeweiligen Schichtmächtigkeiten und die Schichtenabfolge im Untersuchungsareal stark variieren können.

### *3.2.1 Mutterboden*

Im unversiegelten Bereich des Projektareals wird die oberste Bodenschicht von einem Mutterboden aufgebaut, der eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,2 bis 0,3 m aufweist. Der humose, dunkelbraune bis braune Mutterboden besteht aus Schluff mit wechselnden Sand- und Kiesnebenanteilen bzw. aus einem Sand mit wechselnden Schluff- und Kiesnebenanteilen.

### *3.2.2 Deckschichten*

Wie aus den Schnitten A-A bis C-C (siehe Anlagen 2.1 bis 2.3) ersichtlich ist, sind im Untergrund bereichsweise Deckschichten vorhanden. Es handelt sich meist um hellbraunen, stark schluffigen bis schwach schluffigen, schwach kiesigen Sand, der bereichsweise auch einen geringen Steinanteil aufweist. Lokal sind die Deckschichten auch als schluffiger bis stark schluffiger, sandiger, schwach steiniger Kies (verlehmt Kiese) ausgebildet. Die Deckschichten wurden in einer

Mächtigkeit von 0,3 bis 0,7 m angetroffen. Die Konsistenz der Schluffmatrix ist als weich bis steif zu beurteilen.

### 3.2.3 *Wieseschotter*

Unter den Deckschichten, bereichsweise schon unter der Mutterbodenschicht (S 1) folgen die Wieseschotter. Die Wieseschotter können im Projektareal als schwach steiniger bis stark steiniger, schwach sandiger bis sandiger, z.T. schwach toniger Kies angesprochen werden. Teilweise sind in den Wieseschottern Blöcke enthalten.

Bei den angetroffenen Wieseschottern handelt es sich gemäß DIN 18196 um intermittierend bis weitgestuften Kies mit einem geringen Feinkornanteil (der Anteil der Fraktion  $< 0,063$  mm liegt bei ca. 1 %), was sich auch darin äußerte, dass die Wände der Schurfgruben nicht standfest waren und nachbrachen.

Teilweise ist innerhalb der Wieseschotter enggestufter Kies (Leerkieslagen) mit einer Mächtigkeit von 20 bis 30 cm vorhanden.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen weisen die Wieseschotter eine überwiegend mitteldichte bis sehr dichte Lagerung auf. Stellenweise wurden Schlagzahlen  $< 15$  pro 10 cm Eindringung festgestellt, die auf das Vorhandensein von Schluff- bzw. Sandlinsen oder Leerkieslagen hindeuten.

Die geologischen Verhältnisse sind in den Schnitten A-A bis C-C, Anlagen 2.1 bis 2.3, vereinfacht dargestellt.

Die für die zukünftige Bebauung des Untersuchungsareals relevanten Schichten sind in der nachfolgenden Tabelle 1 beschrieben und aus geotechnischer Sicht beurteilt. Die Auffüllungen die im Bereich der Altablagerung Hugenmatt angetroffen wurden, sind nicht in die Tabelle aufgenommen worden, da dieser Bereich gemäß Angabe von Herrn Haasis, Stadt Lörrach voraussichtlich von einer Bebauung ausgenommen wird.

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

Erdschicht	Deckschichten	Wieseschotter
<b>Zusammensetzung</b>	Sand, stark schluffig bis schwach schluffig, schwach kiesig bis kiesig, z.T. schwach steinig bzw. verlehnte Kiese: Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach steinig, schwach tonig	Kies, steinig bis stark steinig, schwach sandig bis stark sandig, bereichsweise mit Blöcken  lokal Sand- bzw. Schlufflinsen, Leerkieslagen
<b>Farbe</b>	hellbraun, braun, grau bis dunkelgrau	rötlich braun, braun, graubraun, grau, rötlich grau, z.T. schwarze Beläge auf den Geröllen
<b>Mächtigkeit</b>	0,0 bis 1,1 m	mehrere Meter, > 0,4 bis > 2,6 m bei Untersuchungen direkt aufgeschlossen
<b>Lagerungsdichte / Konsistenz</b>	locker / weich bis steif	mitteldicht bis sehr dicht
<b>Frostempfindlichkeit</b>	gering bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	nicht frostempfindlich (F1), im Bereich von Schlufflinsen sehr frostempfindlich (F3)
<b>Klassifizierung nach DIN 18196</b>	SU, SU*, GU, GU*	GW, GI, Sandlinsen: SU, SW Schlufflinsen: UL, UM Leerkies: GE
<b>DIN 18300</b>	Klassen 3 und 4, Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	Klasse 3, Schlufflinsen: Klasse 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7
<b>charakteristische Kenngrößen (geschätzt):</b> Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ] Reibungswinkel $\phi'_k$ [°] Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] Kapillarkohäsion $c_{c,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] Steifeiziffer $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	17,5 - 20,0 9,0 - 11,0 22,5 - 30,0 2,5 - 7,5 0,0 - 2,0 5,0 - 25,0	19,0 - 21,0 11,5 - 13,5 30,0 - 35,0 0,0 0,0 - 2,0 40,0 - > 100,0
<b>Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials</b>	nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar	für höherwertige Anschüttungen wiederverwendbar
<b>Geotechnische Beurteilung</b>	zur Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich; relativ stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten gut geeignet; überwiegend nicht wasser- und frostempfindlich, relativ gering zusammendrückbar

## 3.3 Wasserverhältnisse

### 3.3.1 Allgemeines

In den Wieseschottern ist ein zusammenhängender, freier Grundwasserspiegel ausgebildet (Lockergesteinaquifer). Im Allgemeinen folgt der Grundwasserstrom dem Verlauf des Wiesentals. Gemäß den im Archiv des Geotechnischen Instituts vorliegenden Grundwassergleichenplänen fließt das Grundwasser im Untersuchungsgebiet von Osten nach Westen, wobei das durchschnittliche Grundwassergefälle ca. 0,8 % beträgt, woraus ein Potentialgefälle von ca. 2 m im Bereich des Untersuchungsareals resultiert. Das Areal liegt ca. 500 m im Grundwasserabstrom des Trinkwasserschutzgebietes "Wilde Brunnen" und ca. 1000 m oberstromig des "Trinkwasserschutzgebietes Grütt", der Stadt Lörrach.

Auf dem Untersuchungsareal wurde früher der Trinkwasserbrunnen "Hugenmatt" (Messstellennr. 0131/073-3) betrieben. Von diesem liegt eine Messreihe der Grundwasserstände über die letzten 50 Jahre vor (siehe Ganglinie in Anlage 7.1). Die Daten wurden vom Landratsamt Lörrach zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Messreihe wurden die jährlichen Grundwasserhöchststände von 1960 bis 2012 ermittelt (siehe auch Anlage 7.2) und die folgenden Bemessungswasserstände berechnet:

**Mittlerer Grundwasserhöchststand (MHW): 308,65 m NN**

**Höchster Grundwasserhöchststand (HHW): 309,44 m NN**

Der MHW umfasst 98 % der im Zeitraum 1960 bis 2012 gemessenen Grundwasserstände.

Bei den am 28./29.01.2013 durchgeführten Untersuchungen wurde kein Wasser angetroffen.

Außerdem wurden die durch das Regierungspräsidium Freiburg ausgeführten hydrologischen Berechnungen zu Hochwasserereignissen (Hundertjährliches und einjährliches Ereignis  $HQ_{100}$  und  $HQ_1$ ) in der Wiese mit herangezogen (siehe Lageplan Anlage 1 und Schnitt B-B Anlage 2.2). Da der Wasserspiegel der Wiese in diesem Bereich über dem Grundwasserspiegel liegt, ist davon auszugehen, dass die Wiese in diesem Flussabschnitt in das Grundwasser infiltriert und Grundwasserspiegel und Wiesewasserspiegel zumindest im ufernahen Bereich korrespondieren.

Darüber hinaus ist im Projektareal, in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen, mit dem Auftreten von Sicker- bzw. Schichtwasser zu rechnen.

## 3.3.2 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

In der Schurfgrube S 1 (siehe Anlage 4.1) wurde zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes am 29.01.2013 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Hierzu wurde in die Schurfgrube 6,5 m<sup>3</sup> Wasser eingeleitet. Nach Beendigung der Wasserzufuhr wurde die Absenkung des Wasserspiegels gemessen. Das Protokoll der gemessenen Wasserspiegelabsenkung, der Berechnungsgang und die Ergebnisse (versickerungswirksamer Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_{f,u}$  (ungesättigte Bodenzone) bzw.  $k_f$  (gesättigte Bodenzone) des Versickerungsversuchs ist in der Anlage 6 dokumentiert.

Bei der Dimensionierung von Versickerungsanlagen wird gemäß dem Arbeitsblatt DWA - A 138 der Durchlässigkeitsbeiwert für die gesättigte Bodenzone  $k_f$  angesetzt. Dieser Wert ergibt sich aus der Gleichung  $k_f = 2 \times k_{f,u}$ . Darüber hinaus sollte der für die Bemessung von Versickerungsanlagen anzusetzende Durchlässigkeitsbeiwert mittels eines Sicherheitsfaktors abgemindert werden, um für die Versickerung ungünstige Gegebenheiten, wie Inhomogenitäten des Untergrundes (z. B. lokal erhöhte Feinkorngehalte) sowie allmähliche Verschlämmung des Erdkörpers im Bereich der Versickerungsanlage, zu berücksichtigen. Bei einem Sicherheitsfaktor von  $\eta = 2$  ergibt sich nach der Gleichung  $k_f = 2 \times k_{f,u} / 2$  aus dem Versickerungsversuch ein anzusetzender Durchlässigkeitsbeiwert von  **$k_f$  (gesättigte Bodenzone) =  $2,2 \times 10^{-3}$  m/s.**

Das Ergebnis des durchgeführten Versickerungsversuches zeigt, dass die Wieseschotter gemäß DIN 18130, Teil 1 (Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes), als stark durchlässig einzustufen sind.

Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert erfüllt die Anforderungen des Arbeitsblattes DWA - A 138, April 2005, im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ( $k_f \geq 10^{-6}$  m/s), d. h. die Wieseschotter sind zur Versickerung von Niederschlagswasser gut geeignet. Eine Ausnahme stellen Bereiche mit einem höheren Feinkornanteil dar. In diesen Bereichen ist mit einer Verringerung der Durchlässigkeit zu rechnen.

## 3.4 Erdbebengefährdung

Das Untersuchungsgebiet liegt nach der DIN 4149, in der Fassung von April 2005, in der Erdbebenzone 3, d. h. in einer 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 (dicht gelagerte Wieseschotter) 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.

### **3.5 Chemische Analyse von Bodenproben**

Bei den im Untersuchungsareal anstehenden Wieseschottern ist nicht auszuschließen, dass eine erhöhte geogene Belastung von Schwermetallen vorliegt (siehe Abschnitt 3.1).

Um im Vorfeld die Wiederverwendung der vorhandenen Bodenschichten, im Hinblick auf deren Schadstoffbelastung, beurteilen zu können, wurden insgesamt 15 Bodenmischproben entnommen und diese auf die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink und auf Arsen untersucht. Es wurden jeweils pro Untersuchungspunkt, wenn vorhanden, die folgenden geologischen Einheiten beprobt:

- Mutterboden bzw. Oberboden [OB]
- Deckschichten (und verlehnte Kiese) [DS]
- Wieseschotter [WS]

**Tabelle 2:** Kategorisierung der Lockergesteinsproben anhand der VwV Boden [4]

Probe		Tiefe	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	VwV <sup>1</sup>
			[mg/kg]								
<b>Oberbodenproben</b>											
S 1	OB	0,0 - 0,3	29	200	0,47	59	27	23	0,34	130	Z 1.1
S 2	OB	0,0 - 0,2	8,5	44	nn	20	9,3	13	nn	48	Z 0*
S 3	OB	0,0 - 0,2	16	120	0,23	33	17	15	0,16	77	Z 1.1
RKB 5	OB	0,0 - 0,2	12	180	0,21	27	8,1	17	nn	64	Z 1.1
RKB 6	OB	0,0 - 0,3	19	140	0,22	35	14	17	0,09	79	Z 0*
<b>Deckschichtenproben</b>											
S 2	DS	0,2 - 0,6	17	130	nn	41	20	21	0,13	89	Z 1.1
S 3	DS	0,2 - 0,7	13	27	nn	42	15	25	nn	60	Z 0 (Lehm)
S 4	DS	0,0 - 0,7	13	180	nn	21	8,6	11	nn	57	Z 1.1
RKB 5	DS	0,2 - 1,8	16	250	nn	39	12	18	nn	82	Z 2
<b>Wieseschotterproben</b>											
S 1	WS	0,5 - 2,0	17	98	nn	43	9,5	18	nn	58	Z 1.1
S 2	WS	0,6 - 2,2	13	110	nn	34	9	16	nn	60	Z 0*
S 3	WS	0,7 - 2,8	17	110	0,21	36	15	17	0,14	79	Z 1.1
S 4	WS	0,7 - 2,5	18	140	0,20	36	10	17	nn	63	Z 1.1
RKB 5	WS	1,8 - 2,2	13	77	nn	43	13	21	nn	91	Z 0*
RKB 6	WS	0,5 - 1,5	10	59	nn	21	6,4	10	nn	53	Z 0*
VwV Boden <sup>1</sup>		Z 0	10	40	0,4	30	20	15	0,1	60	<sup>1</sup> Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (03/2007)
		Z 0 (Lehm)	15	70	1,0	60	40	50	0,5	150	
		Z 0 *	15	140	1,0	120	80	100	1,0	300	
		Z 1.1	45	210	3,0	180	120	150	1,5	450	
		Z 1.2	45	210	3,0	180	120	150	1,5	450	
		Z 2	150	700	10	600	400	500	5	1500	
BBodSchV		Kinderspielf.	25	200	10,0	200		70	10		
		Wohngebiete	50	400	20	400		140	20		

In der oben stehenden Tabelle 2 sind die Untersuchungsergebnisse der "natürlichen" Bodenproben, geordnet nach den geologischen Einheiten, zusammengefasst und den Z-Werten der VwV "Boden" [4] sowie den Prüfwerten der BBodSchV [5] gegenübergestellt.

Aufgrund der erhöhten Arsen- und Bleikonzentrationen sind 6 Proben der Einbaukonfiguration Z0 bzw. Z 0\*, 8 Proben der Konfiguration Z 1.1 und 1 Probe der Konfiguration Z 2 (in der Tabelle rot markiert) zuzuordnen.

Da bei einem Wiedereinbau von Aushubmaterial im Bereich des Projektareals keine Verschlechterung eintritt, sollte dies, nach vorheriger Absprache mit den zuständigen Behörden, zulässig sein. Bei einer Verwertung außerhalb, müssen die jeweiligen Einbaubedingungen der einzelnen Konfigurationen beachtet werden. Ein Einbau in technischen Bauwerken ist u. E. unter Einhaltung der jeweiligen Einbaubedingungen möglich.

Da davon auszugehen ist, dass der im Projektareal vorhandene Oberboden bei der späteren Bebauung als Mutterboden angeschüttet werden soll, wurden auch die Prüfwerte der BBodSchV [5] für Kinderspielflächen und Wohngebiete mit angegeben.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, wird der Prüfwert Kinderspielflächen für den Parameter Arsen in einer Probe (S 1 - OB) überschritten. Ansonsten werden die jeweiligen Prüfwerte für Kinderspielflächen eingehalten. Die Prüfwerte für Wohngebiete werden von allen Proben eingehalten.

Hinsichtlich der geplanten Versickerung von Niederschlagswasser stellen die gemessenen Schwermetallgehalte u. E. kein Problem dar, da es sich um eine geogen bedingte Erhöhung der Schwermetallgehalte handelt und im Vergleich zu Niederschlagswässern, die auf benachbarten Flächen versickern, keine Verschlechterung eintritt.

Außerdem wurden aus den Bereichen mit künstlichen Auffüllungen, d.h. dem Wiesedamm (RKB 3 und 4 RKB), der Altablagerung "Hugenmatt" (RKB 1 und RKB 2) sowie dem Schurf S 2 Bodenproben entnommen und auf die Parameter der VwV Boden [4] analysiert, um deren Schadstoffpotenzial abschätzen zu können. Die Analysenergebnisse sind in der Übersichtstabelle in Anlage 10.1 zusammengefasst. Die analysierten Auffüllungsproben sind der Einbaukonfiguration Z 1.1, die Probe RKB 4 (Damm) der Konfiguration Z 0\*, zuzuordnen.

In Bezug auf die Altablagerung "Hugenmatt" empfiehlt es sich, diese von der eigentlichen Bebauung auszunehmen, um aufwändige Aushub- und Entsorgungsmaßnahmen zu vermeiden. Darüber hinaus empfiehlt es sich, diesbezüglich das weitere Vorgehen schon im Vorfeld mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Ferner weisen wir darauf hin, dass für die Entsorgung von Aushubmassen die Richtlinien der LAGA PN98 maßgeblich sind. Die vorliegenden Analysenwerte (natürliche Bodenschichten und Auffüllungen) dienen nur zur Orientierung und sind für eine mögliche Entsorgung/Verwertung nicht ausreichend.

## **4 Geotechnische Randbedingungen für die Bebauung des Projektareals**

### **4.1 Allgemeines**

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. Da einerseits die Schichtenabfolge und deren Mächtigkeit im Projektareal räumlich stark variieren, empfehlen wir die geotechnischen Randbedingungen für die einzelnen Bauwerke auf der Grundlage projektbezogener Baugrunduntersuchungen festzulegen.

### **4.2 Bauwerksgründungen**

Aus den Schnitten A-A bis C-C in Anlage 2 geht hervor, dass der Baugrund im Projektareal im Wesentlichen von den geringmächtigen, zur Abtragung zur Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt geeigneten Deckschichten sowie von den gut tragfähigen Wieseschottern aufgebaut wird.

Bei den festgestellten Baugrundverhältnissen kommt grundsätzlich sowohl eine Abtragung von Bauwerkslasten über eine aufgelöste Flachgründung (Streifen- bzw. Einzelfundamente) als auch über eine Bodenplatte (Plattengründung) in Betracht.

Bei einer aufgelösten Flachgründung ist zu beachten, dass eine Abtragung von Bauwerkslasten in Bodenschichten mit stark unterschiedlichem Setzungsverhalten zu bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen führen kann.

Zur Vermeidung hoher, möglicherweise bauwerksschädlicher Setzungsunterschiede sollte die Lastabtragung bei einer aufgelösten Flachgründung daher einheitlich in tragfähigen Schichten, möglichst innerhalb der Wieseschotter erfolgen.

Zur Bemessung einer einheitlichen Gründung in den Wieseschottern mittels quadratischer Einzelfundamente bzw. Streifenfundamente wurden mit dem Computerprogramm GGU-FOOTING Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach EC 7 bzw. DIN 1054 (Teilsicherheitskonzept), DIN 4017 und DIN 4019 durchgeführt.

Die Grundbruchberechnungen erfolgten für den Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund, d. h. GEO-2 (geotechnical failure, vormals GZ 1B). Die Standsicherheitsberechnungen wurden für die ständige Bemessungssituation BS-P (Persistent situation, vormals LF 1) nach EC 7 durchgeführt.

Die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind in den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 11.1 bis 11.4 dargestellt.

Aus den Fundamentdiagrammen können unter Wahrung der nach EC 7 geforderten Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände, in Abhängigkeit von der Einbindetiefe, die für eine bestimmte Fundamentbreite gültigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und die zugehörige rechnerisch zu erwartende Setzung entnommen werden.

Nach dem Grundbruchkriterium liegen die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, je nach Einbindetiefe und Fundamentbreite, für Einzelfundamente zwischen 417 und 862 kN/m<sup>2</sup> und für Streifenfundamente zwischen 286 und 629 kN/m<sup>2</sup>.

Wir empfehlen, aufgrund möglicherweise im Untergrund vorhandener Inhomogenitäten, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Einzelfundamente auf maximal  $\sigma_{R,d} = 640 \text{ kN/m}^2$  (entspricht einer zulässigen Bodenpressung  $\sigma_{zul.} = 450 \text{ kN/m}^2$ ), für die Streifenfundamente auf  $\sigma_{R,d} = 570 \text{ kN/m}^2$  (entspricht einer zulässigen Bodenpressung  $\sigma_{zul.} = 400 \text{ kN/m}^2$ ) zu begrenzen.

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen betragen unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Begrenzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\leq 1,6 \text{ cm}$ .

Im Falle einer Plattengründung im Bereich der Wieseschotter bzw. der Deckschichten sollte die jeweilige Bodenplatte auf einem ca. 20 bis 30 cm mächtigen Kiespolster aus einem verdichtet einzubauenden Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196, Schotter oder entsprechendem Recycling-Material, etc. angeordnet werden. Dabei muss die Sohle des Kiespolsters unterhalb der Auffüllung bzw. des Mutterbodens/Oberbodens zu liegen kommen.

Für den Fall, dass im Sohlbereich Erdmaterial mit hohem Feinkornanteil vorhanden ist, muss an der Basis des Kiespolsters ein Filtervlies (Flächengewicht  $\geq 200 \text{ g/m}^2$ ) eingebaut werden.

Angaben zur Dimensionierung der Bodenplatte können nur auf Basis der tatsächlichen Plattengeometrie erfolgen.

Bei der Herstellung der Bodenplatte bzw. der Fundamente ist darauf zu achten, dass im Gründungsbereich angetroffenes aufgelockertes bzw. stark aufgeweichtes Material ausgehoben und durch ein verdichtungsfähiges Kies-Sand-Gemisch (Bodenplatte) oder durch Magerbeton (Fundamente) ersetzt wird.

## 4.3 Baugrubenausbildung

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

Bei der Herstellung von Baugruben 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 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude).

In den im Aushubbereich anstehenden Bodenschichten können Baugrubenböschungen bis zu einer Höhe von  $h \leq 5,0$  m bzw. bis zum Grundwasserspiegelniveau erfahrungsgemäß unter folgenden Böschungsneigungen frei abgeböschet werden:

$\beta \leq 60^\circ$  = Deckschichten

$\beta \leq 45^\circ$  = Wieseschotter

- Der Böschungskopf darf nicht belastet werden (keine Verkehrs-, Erdaushub- oder Kranlasten).
- Die Böschungen dürfen nicht durch Niederschlags- oder Sickerwasser durchfeuchtet werden.
- Sickerwasseraustritte müssen gefasst, das anfallende Wasser abgeleitet und die Austrittsbereiche durch Auflastfilter abgedeckt werden.

Unverbaute Böschungen sind bei den angegebenen Böschungswinkeln nur vorübergehend standsicher und müssen bei Bedarf abgeflacht oder gesichert werden.

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 auftreten.

Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sowohl eine Austrocknung als auch eine Durchfeuchtung der Böschungen möglichst verhindert wird. Die Böschungen sind daher schnellstmöglich durch Planen bzw. Folien abzudecken.

## **5 Tragfähigkeit des Untergrundes im Bereich von Fahrbahnflächen**

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 2001) sowie die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09) zu beachten.

Zur Herstellung eines ordnungsgemäßen Fahrbahnaufbaus muss die vorhandene Mutterboden- bzw. Oberbodenschicht beseitigt werden.

Für den Fall, dass das Höhenniveau der zukünftigen Fahrbahnoberfläche in etwa dem Niveau der bestehenden GOK entspricht, wird das Planum (= UK Tragschicht bzw. Frostschutzschicht) der geplanten Verkehrsflächen überwiegend im Niveau der Deckschichten, z.T. auch in den Wieseschottern zu liegen kommen.

Im Bereich der Deckschichten ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der RStO (Richtlinien für Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) hinsichtlich des erforderlichen Verformungsmoduls auf dem Planum ( $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ) nicht uneingeschränkt eingehalten werden können. Hier können voraussichtlich zusätzliche Maßnahmen, z.B. Bodenaustausch mit verdichtbarem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch GW, GI nach DIN 18196, entsprechendem Recycling-Material oder Schotter) oder Bodenverbesserung, z.B. mittels eines Kalk-Zement-Gemisches, erforderlich werden.

Im Bereich der Wieseschotter ist zu erwarten, dass die Anforderungen erfüllt werden. Ist dies nicht der Fall, ist gegebenenfalls ein Nachverdichten des Planums erforderlich.

Für die Planung und Vordimensionierung des Fahrbahnaufbaus kann zunächst davon ausgegangen werden, dass im Bereich der Deckschichten unterhalb des Planums ein Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung in einer Stärke von ca. 40 cm erforderlich wird.

Die tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustauschs bzw. der Bodenverbesserung sollte nach dem Freilegen des Planums anhand von Feldversuchen (z.B. Lastplatten-Druckversuche) ermittelt werden.

## 6 Kanalisation

Angaben über die geplante Kanalisation (Lage und Tiefe von Leitungen und Schächten) liegen uns derzeit nicht vor.

Bei der Herstellung der Kanalisation sind unter anderem folgende Vorschriften zu beachten:

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen
- DIN 4124 Baugruben und Gräben Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
- DIN 18303 Verbauarbeiten
- Unfallverhütungsvorschriften "Erd- und Felsbauarbeiten"  
(VSB, "Leitungsgrabenarbeiten und Leitungsbauarbeiten").

Aus den Schnitten A-A bis C-C, Anlagen 2.1 bis 2.3, geht hervor, dass die geplante Kanalsole voraussichtlich überwiegend in den mitteldicht bis sehr dicht gelagerten Wieseschottern zu liegen kommen wird. Die im Aushubbereich anstehenden Wieseschotter sind bei geringem Feinkorn- und Stein- bzw. Blockanteil zur Wiederverwendung im Bereich der Grabenhauptverfüllung geeignet, wenn keine erhöhten Anforderungen (wie z. B. im Bereich von Tragschichten) an die Hauptverfüllung gestellt werden.

Zur Vorbemessung der Kanalrohre können unter der Voraussetzung, dass die Kanalrohre vollständig in die Wieseschotter einbinden und dass im Bereich der Hauptverfüllung oberhalb der Leitungszone Wieseschottermaterial wiederverwendet wird, für die Zone 1 (Überschüttung über Rohrscheitel), die Zone 3 (anstehender Boden neben dem Graben) und die Zone 4 (Boden unter dem Rohr) die Kennwerte der Bodengruppe G 1 in Ansatz gebracht werden.

Die bei den Untersuchungen angetroffenen Wieseschotter sind als Auflager für die Kanal- bzw. Schachtbauwerke geeignet.

Je nach Tiefenlage der Kanäle kann bei hohen Grundwasserständen zur Erstellung der Kanalgräben und zur Verlegung der Kanäle eine Absenkung des Grundwassers mittels Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

## 7 Geothermische Randbedingungen

Zur Nutzung von geothermischer Energie (Erdwärme) werden verschiedene Verfahren eingesetzt. Nachfolgend werden die am häufigsten verwendeten Verfahren unter Berücksichtigung ihrer Verwendbarkeit bei den im Projektareal vorhandenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen dargestellt.

### a) Geothermische Nutzung des Untergrundes mit Erdwärmesonden

Der Standort liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand November 2011) zwar außerhalb, jedoch ca. 1000 m im Zustrom zu einem Wasserschutzgebiet. Das Erstellen von Erdwärmesonden wäre somit nach unserem Kenntnisstand auf dem Areal möglich, der Standort der Sonde bedarf jedoch vorab einer flurstücksgenauen Überprüfung durch das zuständige Umweltamt.

Aufgrund der vorliegenden Unterlagen ist mit folgendem Untergrundaufbau zu rechnen:

**Tabelle 3:** Schematischer Untergrundaufbau für geothermische Nutzung

geologische Einheit	Eigenschaften	Mächtigkeit
Wieseschotter	Lockergesteinsaquifer	ca. 15 m
Unterer Muschelkalk	Grundwassergeringleiter	max. 40 m
Buntsandstein	Grundwasserleiter	> 100 m

Da die Möglichkeit besteht, dass durch eine Bohrung der Lockergesteinsaquifer (Wieseschotter) mit dem Festgesteinsaquifer des Buntsandsteins kurzgeschlossen wird, liegt unseres Erachtens ein kritischer Stockwerksbau vor.

Erdwärmesonden bestehen in der Regel aus U-förmigen Kunststoffrohren, in denen sich ein Arbeitsmittel (Sole) befindet. Die Erdwärmesonden werden in ein zuvor abgeteuftes, senkrechtes Bohrloch eingelassen, welches anschließend mit einer Suspension verfüllt wird (Ringraumverpressung).

Zur Vordimensionierung der Anlage kann in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640: 2 bei den im Untergrund des Projektareales zu erwartenden Gesteinsarten (Kalkstein und Sandstein) von einer ungefähren Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  zwischen 1,5 und 5,1 W/(m \* K) ausgegangen werden.

Nach § 37 Abs. 2 Wassergesetz sind Bohrungen für die Installation von Erdwärmesonden der Wasserbehörde anzuzeigen. Für Erdwärmesonden, die in einem Gebiet der Fallgruppe B, gemäß oben genanntem Leitfadens, angelegt werden sollen, ist durch die Wasserbehörde zu prüfen, ob eine wasserrechtliche Erlaubnispflicht besteht.

Darüber hinaus ist der Bohrbeginn dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg mindestens zwei Wochen im Voraus anzuzeigen.

Ferner muss die bei der Bohrung angetroffene Schichtenfolge geologisch aufgenommen und dokumentiert werden.

Mit dem Abteufen von Bohrungen für Erdwärmesonden sind Risiken verbunden, die im ungünstigen Fall zu erheblichen Schäden und Folgekosten führen können.

## b) Geothermische Nutzung des Untergrundes mit Erdreichkollektoren

Bei diesem Verfahren wird ein horizontales Rohrschlängensystem ca. 1,2 bis 1,5 m tief unter der Geländeoberfläche verlegt. Über ein Arbeitsmittel, das durch die Rohre fließt, wird die Wärme des umgebenden Bodens aufgenommen und der Wärmepumpe zugeführt.

In einfachen Fällen, wie z. B. bei Einfamilienhäusern, kann gemäß Tabelle 1 der VDI-Richtlinien 4640, Blatt 2 (Thermische Nutzung des Untergrundes - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen) können zur Vordimensionierung von Erdreichkollektoren bei den angetroffenen geologischen Verhältnissen (bindiger Boden und schwach bindige Böden) eine spezifische Entzugsleistung von 20 bis 30 W/m<sup>2</sup> in Ansatz gebracht werden.

Bei der Verwendung von Erdreichkollektoren ist allerdings zu beachten, dass eine ausreichend große, nicht überbaute Grundstücksfläche zur Verfügung stehen muss.

Auch die Installation von Erdreichkollektoren kann unter Umständen nach dem Wasserrecht genehmigungspflichtig sein.

## c) Geothermische Nutzung des Untergrundes mit Energiekörben

Bei diesem Verfahren werden spiralförmige Rohrleitungskörper in Vertikalbohrungen oder in Gräben in 2 bis 4 m Tiefe in den Boden eingebracht. Der Abstand zwischen den einzelnen Körben beträgt dabei ca. 3 bis 4 m sowie zu anderen Bauwerken (Rohrleitungen, Fundamenten etc.)

zwischen 0,5 und 2 m. Für eine optimale Nutzung der im Boden gespeicherten Umgebungswärme ist eine nicht überbaute Fläche, je nach Anordnung der Energiekörbe, von ca. 5 bis 10 m<sup>2</sup> nötig. Dabei liegen die Baukosten im Allgemeinen unter denen der Erdwärmesonden und der Platzverbrauch ist geringer als der der Erdreichkollektoren.

In Anlehnung an die VDI-Richtlinien 4640: 2 kann zur Vordimensionierung der Anlage bei den im Untergrund des Projektareales zu erwartenden Gesteinsarten (Wieseschotter) von einer ungefähren Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  zwischen 1,5 und 3,0 W/(m \* K) ausgegangen werden.

Auch die Installation von Energiekörben kann unter Umständen nach dem Wasserrecht genehmigungspflichtig sein.

Bei der Herstellung von Gräben sind grundsätzlich die Richtlinien der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) zu beachten. Im Bereich bestehender Bauwerke gilt zusätzlich die DIN 4123 (Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen).

Bei der Planung, der Ausführung und dem Betrieb der oben genannten geothermischen Anlagen sind die Angaben in den VDI-Richtlinien 4640 (Thermische Nutzung des Untergrundes), bzw. die Hinweise in dem "Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg zu beachten.

## 8 Belange Dritter

An das geplante Neubaugebiet grenzen bebaute Grundstücke und eine Bahntrasse an, deren Eigentümer bzw. Betreiber über die geplanten Baumaßnahmen informiert werden sollten. Für den Fall, dass die Nachbargrundstücke im Zuge der Baumaßnahmen in Anspruch genommen werden müssen, ist das Einverständnis der jeweiligen Grundstückseigentümer einzuholen.

Der im Projektareal liegende Trinkwasserbrunnen ist zwar nicht mehr in Betrieb, aber möglicherweise Bestandteil einer Notwasserversorgung. Außerdem ist er Bestandteil des, durch das Regierungspräsidium Freiburg betriebenen, Grundwassermessnetzes. Bauliche Maßnahmen sollten daher mit dem Betreiber des Brunnens und der zuständigen Stelle des Regierungspräsidiums abgesprochen werden.

Die in dem Projektareal vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen sind beim Baugruben- und gegebenenfalls Leitungsgrabenaushub zu berücksichtigen. Mit den jeweiligen Betreibern der Leitungen müssen Vereinbarungen bezüglich der Umverlegung bzw. Sicherung dieser Leitungen getroffen werden.

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

Die Ausführung von Versickerungsmaßnahmen sowie die Ausführung von Wasserhaltungsmaßnahmen sind mit den jeweiligen Fachbehörden sowie mit den Eigentümern der angrenzenden Grundstücke abzustimmen.

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

## **9 Abschließende Bemerkungen**

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Erschließung und die Bebauung des geplanten Neubaugebietes "Hugenmatt" in Lörrach, Ortsteil Brombach, unter Berücksichtigung der oben genannten Hinweise und Empfehlungen erdstatisch standsicher durchgeführt werden können.

Es wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende allgemeine Baugrundbeurteilung, die allgemeinen Hinweise für die Gründungen und die Bauausführungen sowie die Angaben zur Erschließung von Straßen und Kanälen nicht auf konkrete Bauwerke ausgerichtet sind und eine individuelle Untersuchung und Beurteilung nicht ersetzen.

Darüber hinaus empfehlen wir, die jeweiligen Baumaßnahmen geotechnisch betreuen zu lassen.

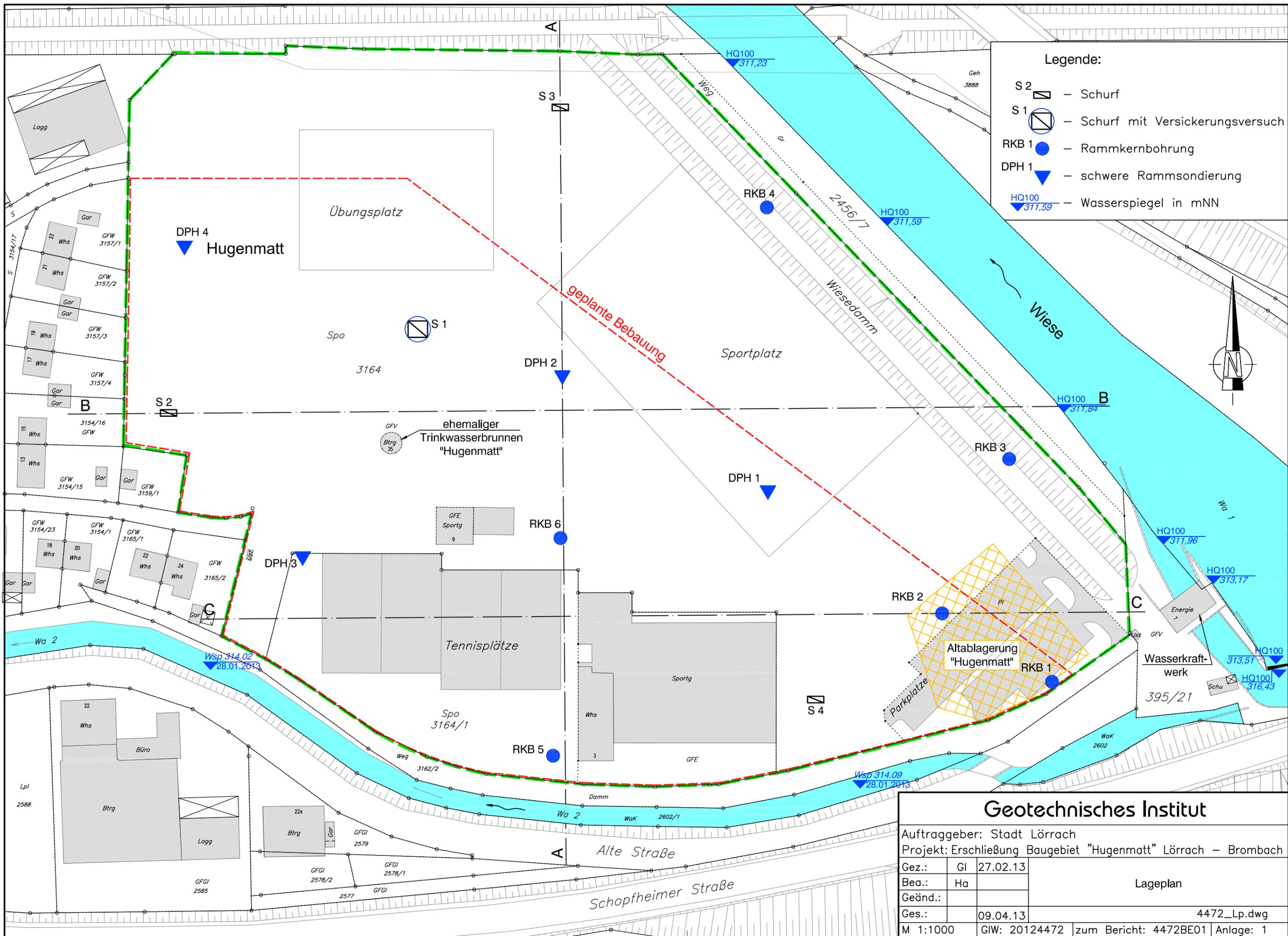
Den Aussagen dieses Berichtes liegen die uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen zugrunde.

Bei eventuellen Planungsänderungen ist zu überprüfen, ob die gemachten Angaben für den geänderten Planungsstand Gültigkeit haben.

Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir gerne zur Verfügung.

GEOTECHNISCHES INSTITUT GmbH

Dipl.-Ing. Dipl.-Geol. H.-J. Lenz



**Legende:**

- S 2 - Schurf
- S 1 - Schurf mit Versickerungsversuch
- RKB 1 - Rammkernbohrung
- DPH 1 - schwere Rammsondierung
- HQ100 - Wasserspiegel in mNN

**Geotechnisches Institut**

Auftraggeber: Stadt Lörrach  
 Projekt: Erschließung Baugebiet "Hugenmatt" Lörrach – Brombach

Gez.:	GI	27.02.13
Bea.:	Ha	
Ges.:		09.04.13
M 1:1000	GIW: 20124472	zum Bericht: 4472BE01

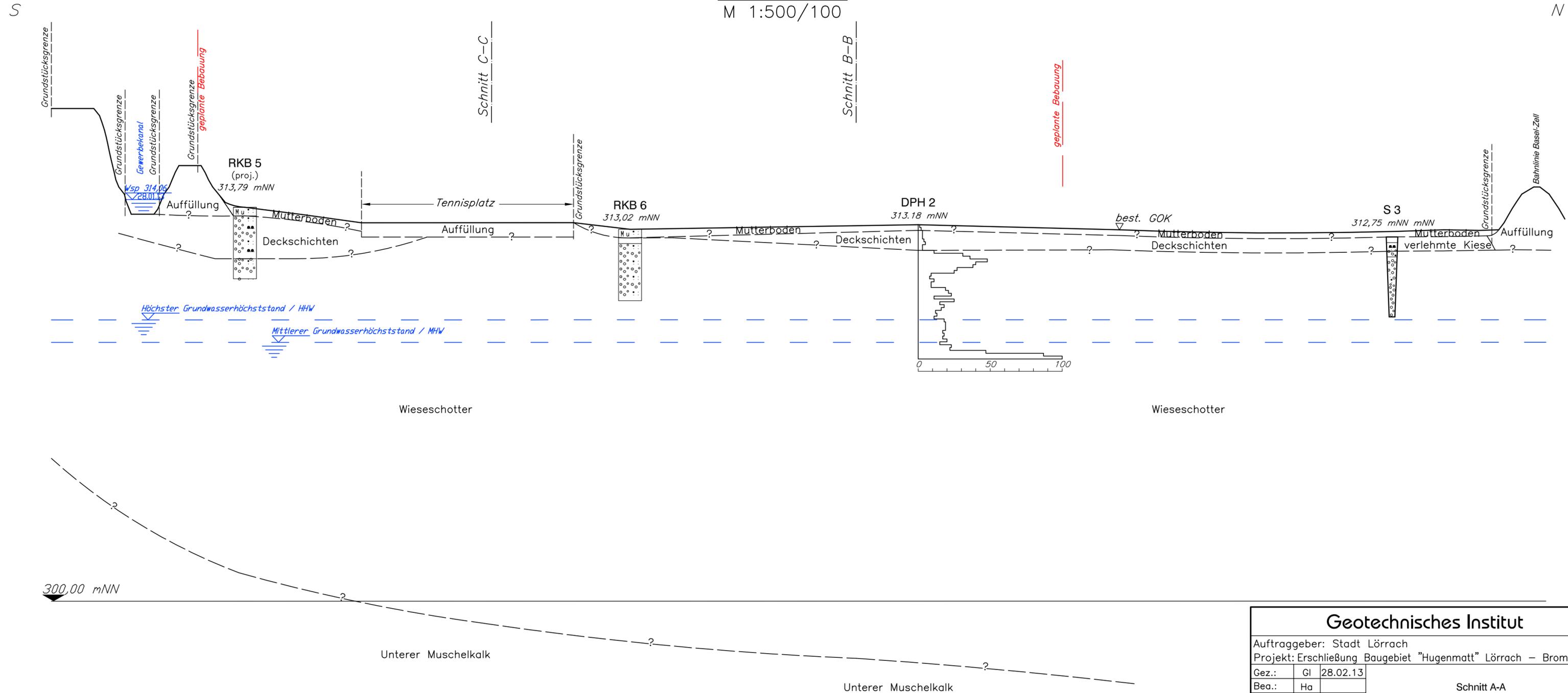
Lageplan

4472\_Lp.dwg

Anlage: 1

# Schnitt A-A

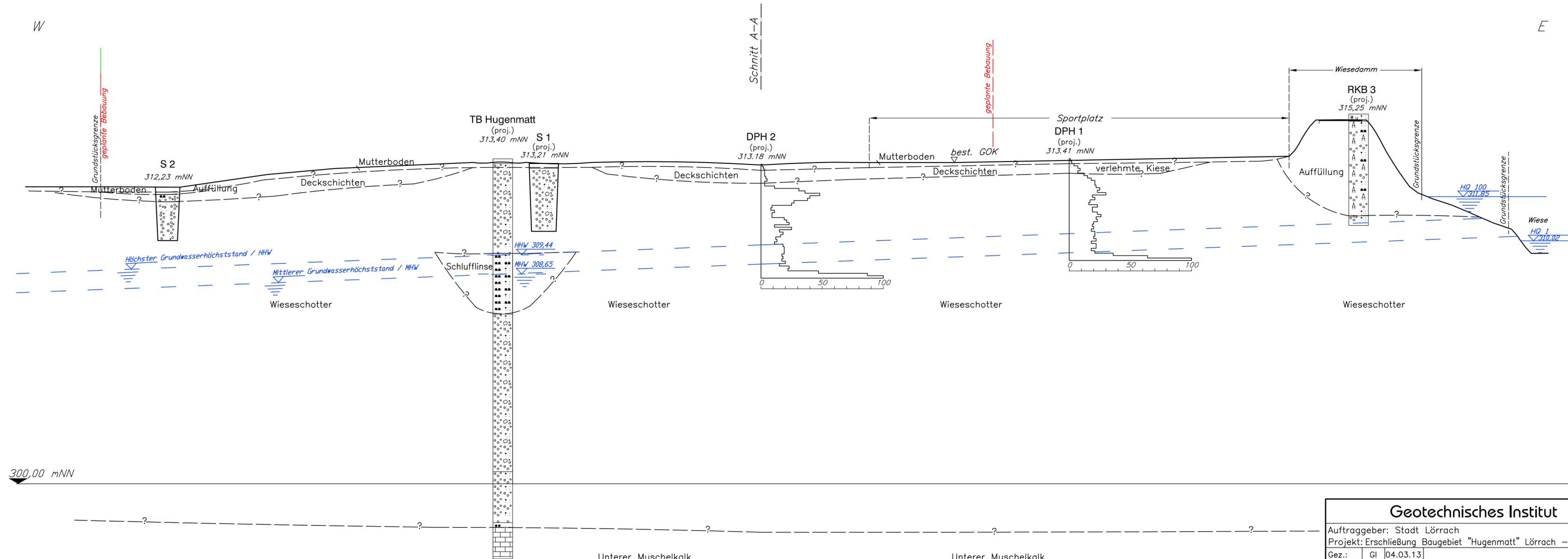
M 1:500/100



Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Stadt Lörrach			
Projekt: Erschließung Baugebiet "Hugenmatt" Lörrach – Brombach			
Gez.:	GI	28.02.13	Schnitt A-A
Bea.:	Ha		
Geänd.:			
Ges.:		09.04.13	4472_Sch_A.dwg
M 1:500/100	GIW: 20124472	zum Bericht: 4472BE01	Anlage: 2.1

# Schnitt B-B

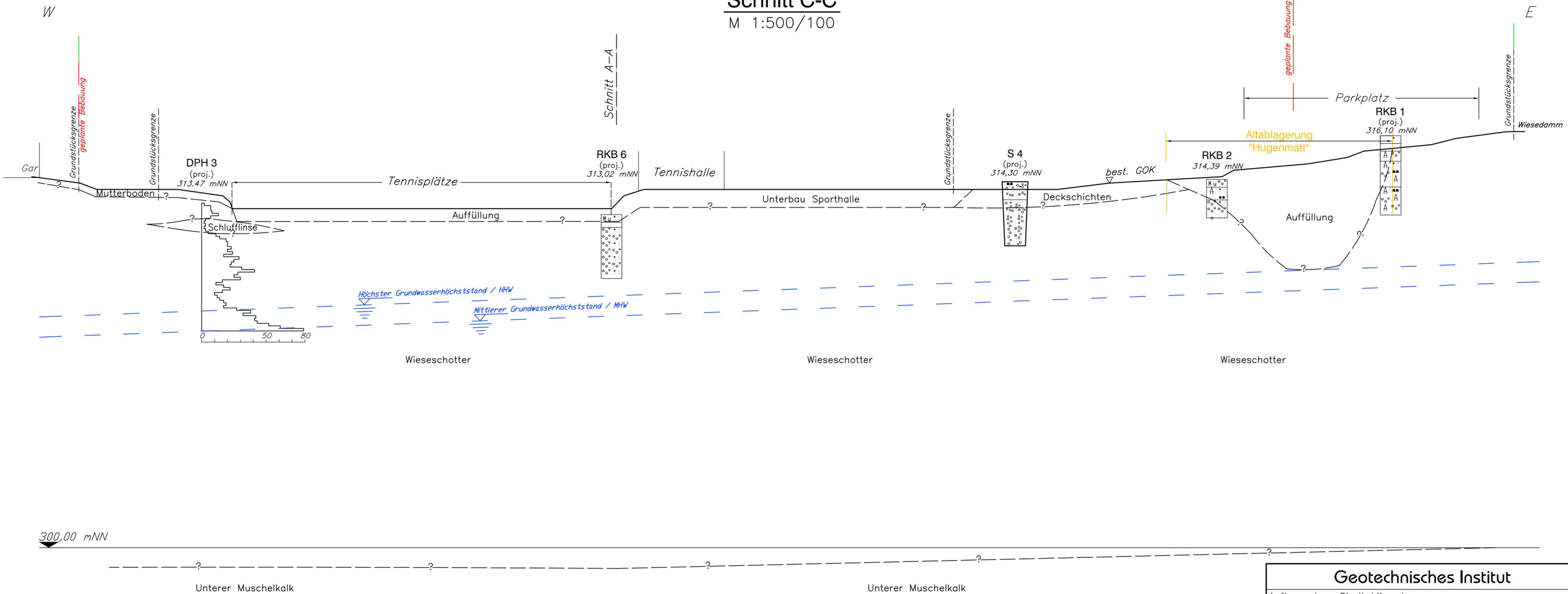
M 1:500/100



Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Stadt Lörrach			
Projekt: Erschließung Baugelände "Hugenmatt" Lörrach – Brombach			
Gez.:	GI	04.03.13	Schnitt B-B
Bea.:	Ha		
Geänd.:			
Ges.:		09.04.13	4472_Sch_B.dwg
M 1:500/100	GIW: 20124472	zum Bericht: 4472BE01	Anlage: 2.2

# Schnitt C-C

M 1:500/100



300,00 mNN

Unterer Muschelkalk

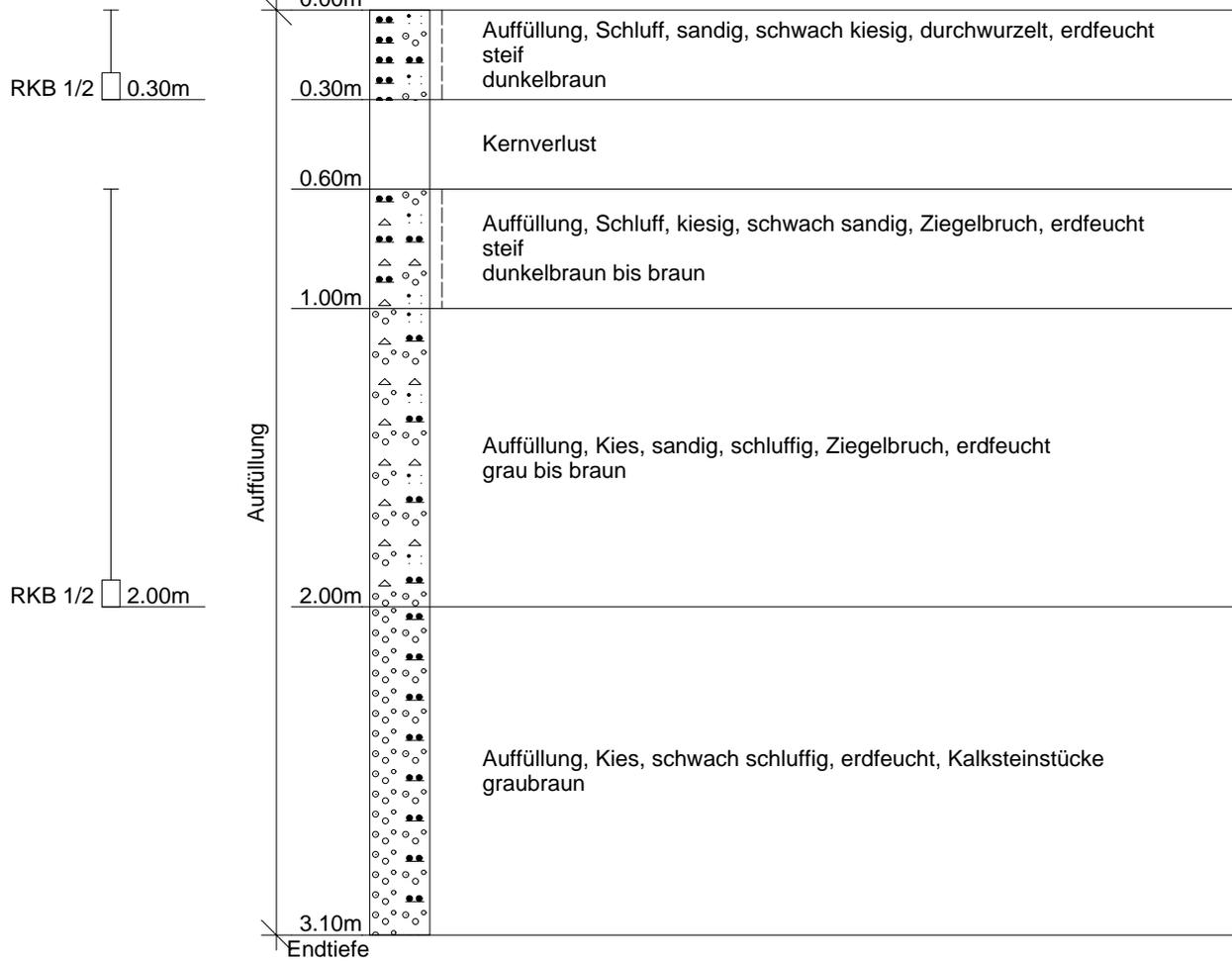
Unterer Muschelkalk

Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Stadt Lörrach			
Projekt: Erschließung Baugebiet "Hugenmatt" Lörrach – Brombach			
Gez.:	GI	04.03.13	Schnitt C-C
Bea.:	Ha		
Geänd.:			
Ges.:		09.04.13	
M 1:500/100		GIW: 20124472	zum Bericht: 4472BE01   Anlage: 2.3

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.01.2013
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

# RKB 1

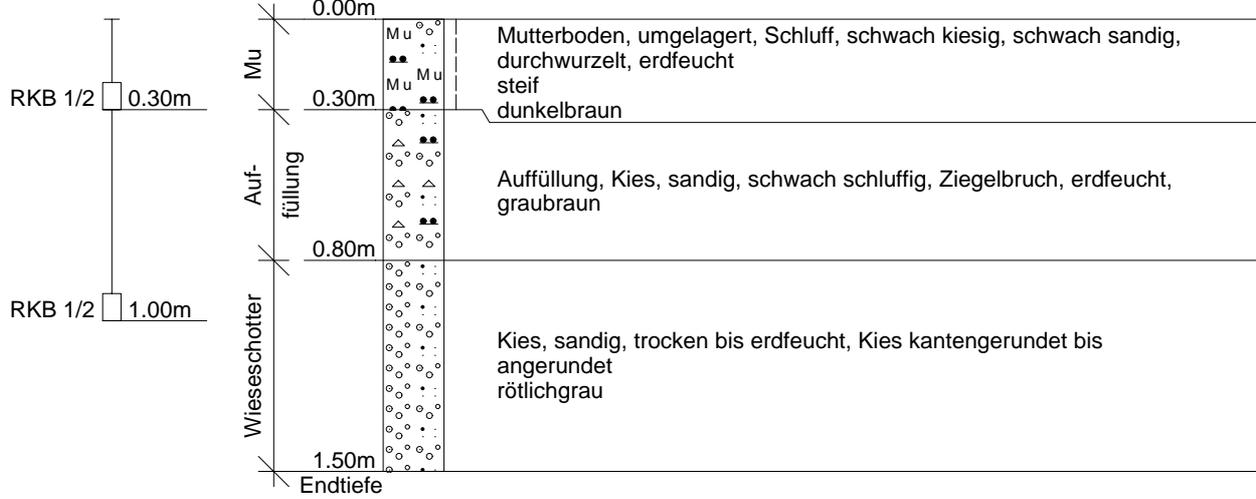
Ansatzpunkt: 316.10 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.01.2013
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

## RKB 2

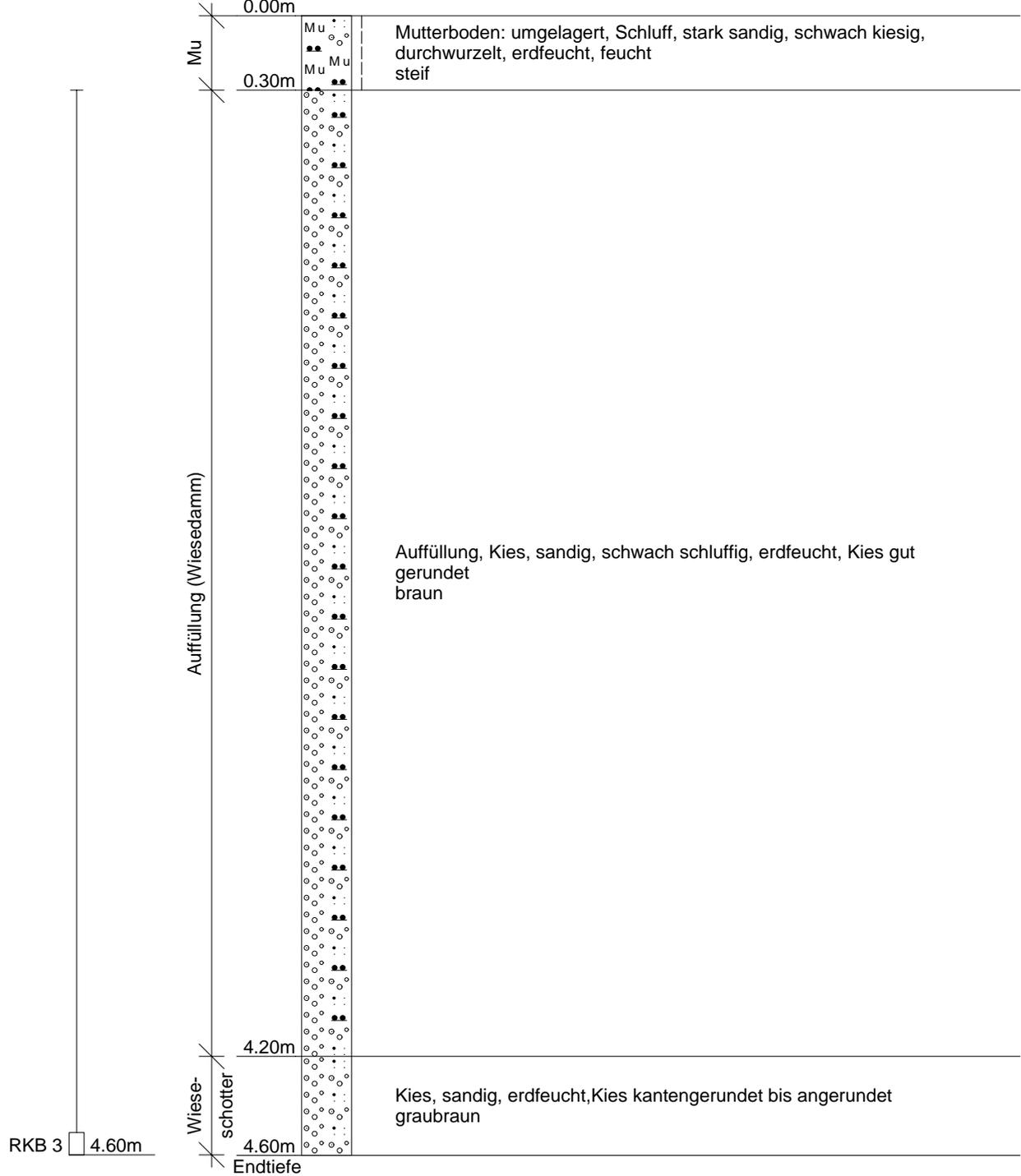
Ansatzpunkt: 314.39 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.01.2013
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

# RKB 3

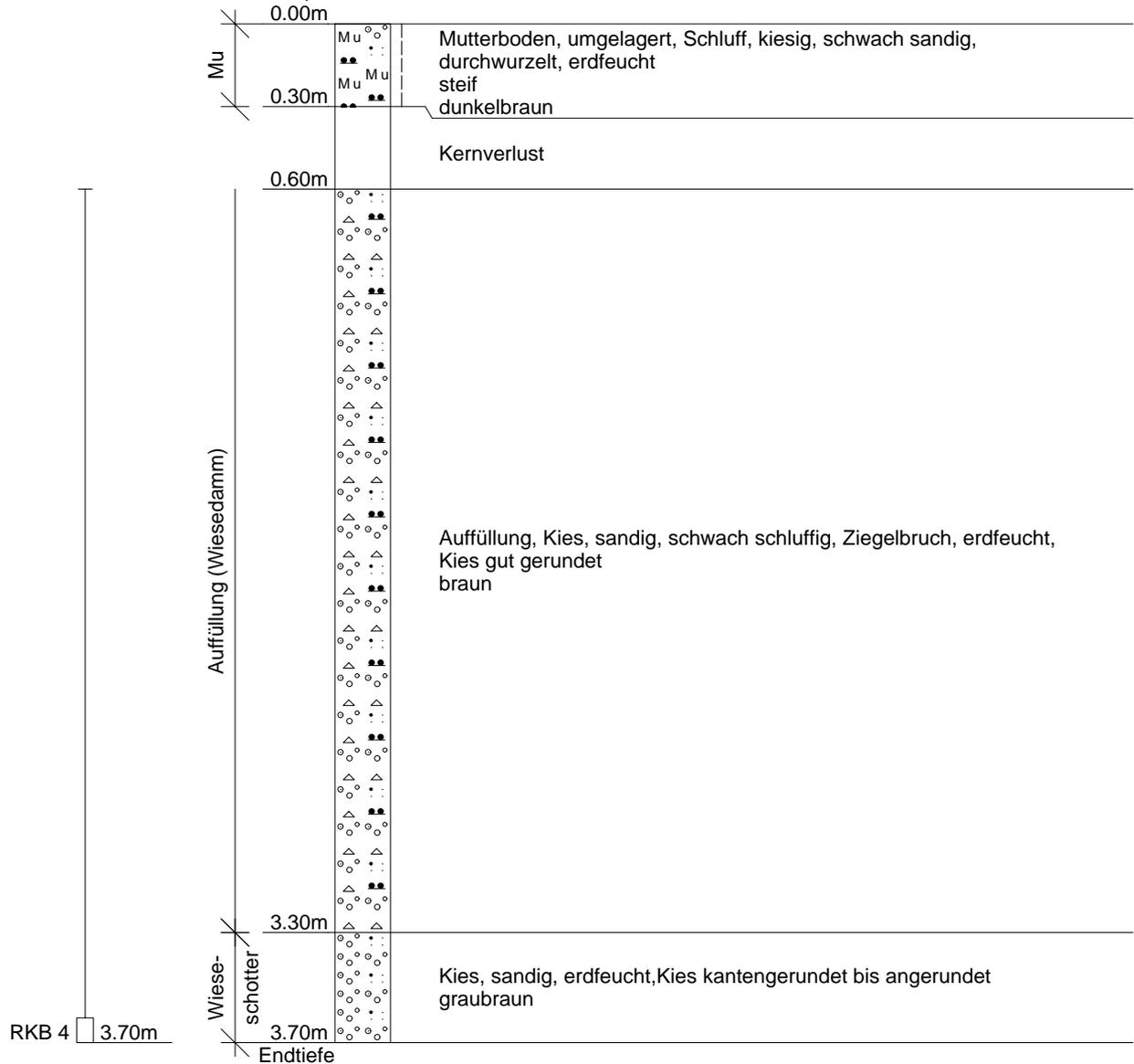
Ansatzpunkt: 315.25 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.01.2012
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

# RKB 4

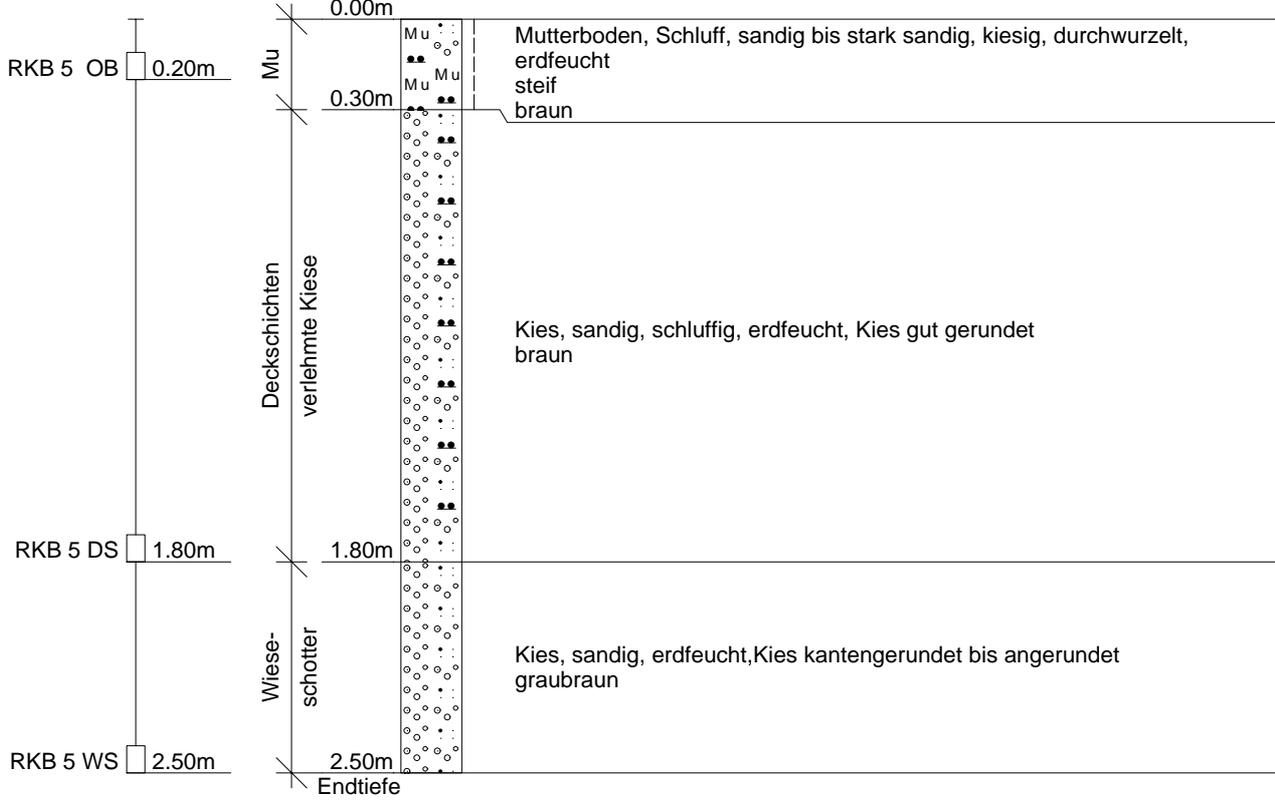
Ansatzpunkt: 314.54 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.01.2013
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

# RKB 5

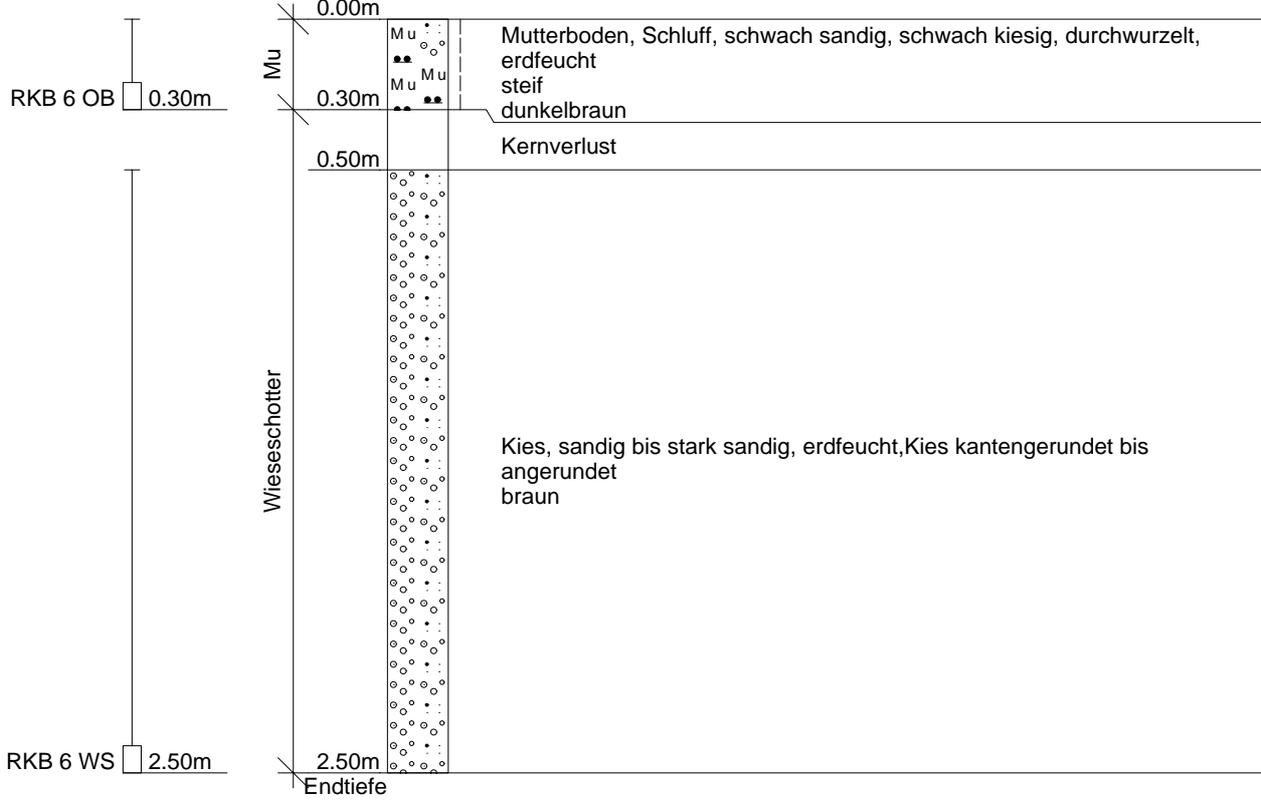
Ansatzpunkt: 313.79 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projekt : Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: GIW 20124472
Telefon 07621/95664-0	Datum : 29.01.2013
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 25

## RKB 6

Ansatzpunkt: 313.02 mNN



## Schurf S 1

Angaben in m  
unter GOK (313,21 m ü.NN)

0,00 - 0,20	<u>Mutterboden</u> Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, durchwurzelt, humos, erdfeucht, dunkelbraun (Grasnabe)
0,20 - 0,50	<u>Wieseschotter</u> Kies, sandig bis stark sandig, steinig, bereichsweise mit Blöcken, an der Basis: Kies stark steinig, schwach sandig, Gerölle: Schwarzwaldkristallin bis 0,3 m Kantenlänge, braun, erdfeucht
0,50 - 1,20	<u>Wieseschotter</u> Kies, stark sandig, zur Basis hin Kies, sandig, bereichsweise steinig, erdfeucht, rötlich braun
1,20 - 2,80 E.-T.	<u>Wieseschotter</u> Kies, steinig, mit Blöcken (Gerölle aus Schwarzwaldkristallin bis 40 cm Kantenlänge), erdfeucht, rötlich grau Leerkieslagen bei 1,7 m und 2,2 m

Bemerkungen:

- keine Wasserzutritte
- Schurfwände brechen nach
- Im Schurf wurde ein Versickerungsversuch durchgeführt

Proben:

- S 1 - OB (0,0 - 0,3 m)
- S 1 - WS (0,5 - 2,0 m)

Auftraggeber: <b>Stadt Lörrach</b>			Projekt: <b>Erschließung BG Hugenmatt Lörrach-Brombach</b>		
Gez.:			<b>Schurfbeschreibung S 1</b>		GIW: 20124472
Bea.:					zum Bericht: 4472BE01
Ges.:					M 1:                      Anlage: 4.1
Geotechnisches Institut GmbH • Beratende Geologen und Ingenieure VBI • Hauptstr. 398 • 79576 Weil am Rhein • Tel.: 0 76 21 / 9 56 64-0 • Telefax: 0 76 21 / 9 56 64-10					

## Schurf S 2

Angaben in m  
unter GOK (312,23 m ü.NN)

0,00 - 0,20	Östliche Schurfseite: <u>Mutterboden</u> Sand, schluffig bis schwach schluffig, kiesig, durchwurzelt, humos, erdfeucht, dunkelbraun bis braun (Grasnabe)
0,00 - 0,30	Westliche Schurfseite: <u>Auffüllung</u> Sand, schluffig, kiesig, großer Anteil an Ziegelbruch, bereichsweise Betonbruch, durchwurzelt, humos, braun, erdfeucht
0,20 - 0,60	<u>Deckschichten</u> Sand, schwach schluffig, durchwurzelt, erdfeucht, hellbraun
0,60 - 0,80	<u>Wieseschotter</u> Kies, steinig, sandig, erdfeucht, grau
0,80 - 1,00	<u>Wieseschotter</u> Kies, stark steinig, schwach sandig, (Leerkieslage) erdfeucht, Gerölle aus Schwarzwaldkristallin bis 15 cm Kantenlänge, mit schwarzen Eisen-Mangan-Belägen
1,00 - 2,20 E.-T.	<u>Wieseschotter</u> Kies, steinig bis stark steinig, sandig bis schwach sandig, bereichsweise mit Blöcken (bis 40 cm Kantenlänge), erdfeucht, rötlich grau

Bemerkungen:      - keine Wasserzutritte  
                          - Schurf musste abgebrochen werden, da die Schurfwände nachbrechen

Proben:                - S 2 - OB (0,0 - 0,2 m)  
                          - S 2 - DS (0,2 - 0,6 m)  
                          - S 2 - WS (0,6 - 2,2 m)  
                          - S 2 - Auffüllung (0,0 - 0,3 m)

Auftraggeber: <b>Stadt Lörrach</b>			Projekt: <b>Erschließung BG Hugenmatt Lörrach-Brombach</b>		
Gez.:			<b>Schurfbeschreibung S 2</b>		GIW: 20124472
Bea.:					zum Bericht: 4472BE01
Ges.:					M 1:                      Anlage: 4.2
Geotechnisches Institut GmbH • Beratende Geologen und Ingenieure VBI • Hauptstr. 398 • 79576 Weil am Rhein • Tel.: 0 76 21 / 9 56 64-0 • Telefax: 0 76 21 / 9 56 64-10					

## Schurf S 3

Angaben in m  
unter GOK (312,75 m ü.NN)

0,00 - 0,20	<u>Oberboden</u> Sand, schluffig, schwach kiesig, bereichsweise schwach steinig, durchwurzelt, humos, erdfeucht, braun (Grasnabe)
0,20 - 0,70	<u>Deckschichten /verlehmte Kiese</u> Kies, schluffig, sandig, bereichsweise stark schluffig, schwach steinig, schwach tonig, hellbraun bis braun, an der Basis: Kies, sandig, schluffig, grau bis dunkelgrau
0,70 - 2,80 E.-T.	<u>Wieseschotter</u> Kies, steinig bis stark steinig, sandig, bereichsweise mit Blöcken (Gerölle aus Schwarzwaldkristallin bis zu einer Kantenlänge von ca. 30 cm) bei 1,1 m und 1,6 m mittel- bis grobkiesige Leerkieslagen, rötlich braun, grau

Bemerkungen:           - keine Wasserzutritte  
                               - Schurfwände brechen stark nach

Proben:                   - S 3 - OB (0,0 - 0,2 m)  
                               - S 3 - DS (0,2 - 0,7 m)  
                               - S 3 - WS (0,7 - 2,8 m)

Auftraggeber: <b>Stadt Lörrach</b>			Projekt: <b>Erschließung BG Hugematt Lörrach-Brombach</b>		
Gez.:			<b>Schurfbeschreibung S 3</b>		GIW: 20124472
Bea.:					zum Bericht: 4472BE01
Ges.:					M 1:                   Anlage: 4.3
Geotechnisches Institut GmbH • Beratende Geologen und Ingenieure VBI • Hauptstr. 398 • 79576 Weil am Rhein • Tel.: 0 76 21 / 9 56 64-0 • Telefax: 0 76 21 / 9 56 64-10					

## Schurf S 4

Angaben in m  
unter GOK (314,30 m ü.NN)

0,00 - 0,70

Deckschichten

Sand, schwach kiesig bis kiesig, stark schluffig bis schluffig, bereichsweise schwach steinig, durchwurzelt, erdfeucht, hellbraun (Grasnabe)

0,70 - 2,50  
E.-T.

Wieseschotter

Kies, stark steinig bis steinig, mit Blöcken, sandig bis schwach sandig, Gerölle aus Schwarzwaldkristallin bis ca. 30 cmKantenlänge, erdfeucht, rötlich braun, grau

Bemerkungen:

- keine Wasserzutritte
- Schurfwände brechen stark nach

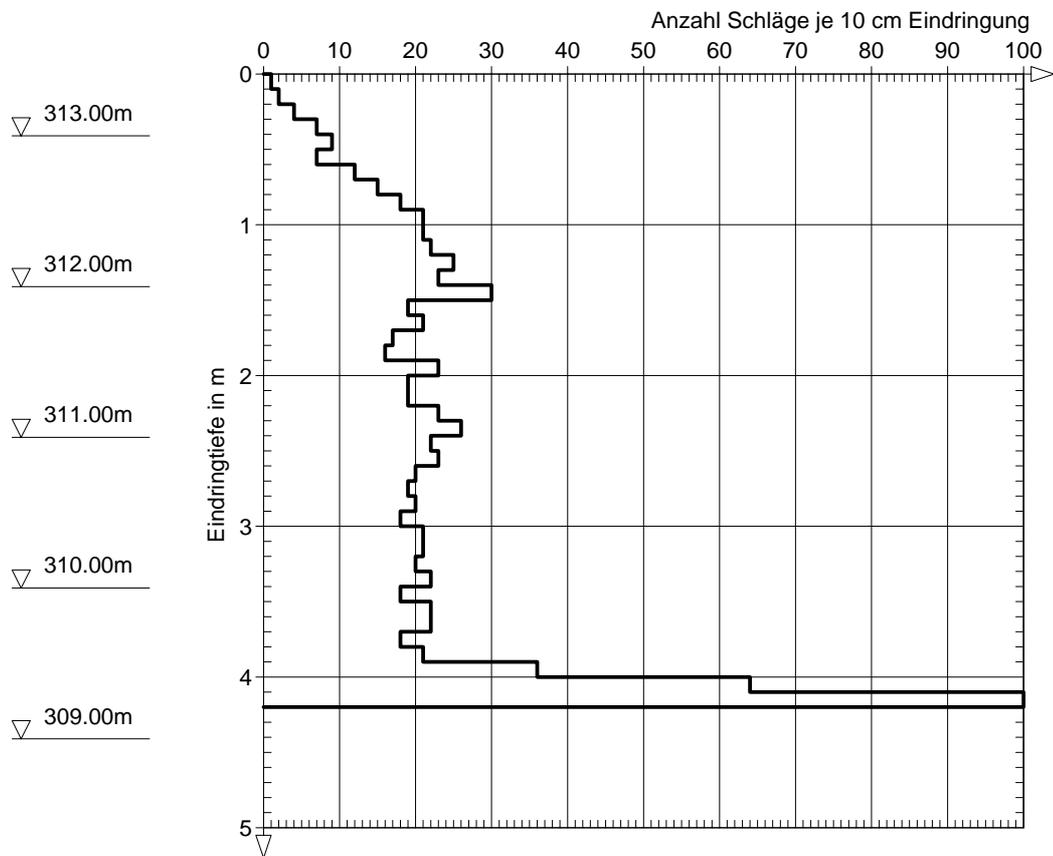
Proben:

- S 4 - DS (0,0 - 0,7 m)
- S 4 - WS (0,7 - 2,5 m)

Auftraggeber: Stadt Lörrach			Projekt: Erschließung BG Hugematt Lörrach-Brombach			
Gez.:			Schurfbeschreibung S 4		GIW: 20124472	
Bea.:					zum Bericht: 4472BE01	
Ges.:					M 1:	Anlage: 4.4
Geotechnisches Institut GmbH • Beratende Geologen und Ingenieure VBI • Hauptstr. 398 • 79576 Weil am Rhein • Tel.: 0 76 21 / 9 56 64-0 • Telefax: 0 76 21 / 9 56 64-10						

# DPH 1

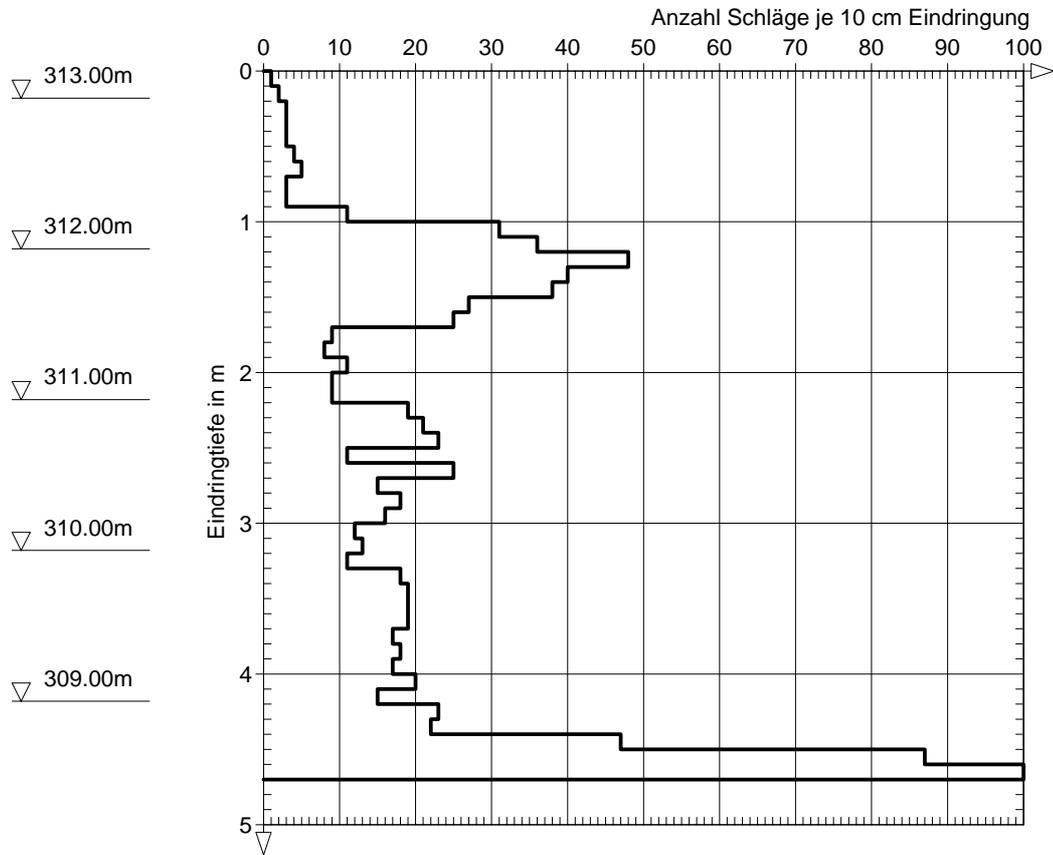
Ansatzpunkt: 313.41 m ü.M.



Geotechnisches Institut GmbH	Projekt : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projektnr.: Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Datum : 26.03.2013
www.gi-weil.de	Maßstab : 1: 50

## DPH 2

Ansatzpunkt: 313.18 m ü.M.

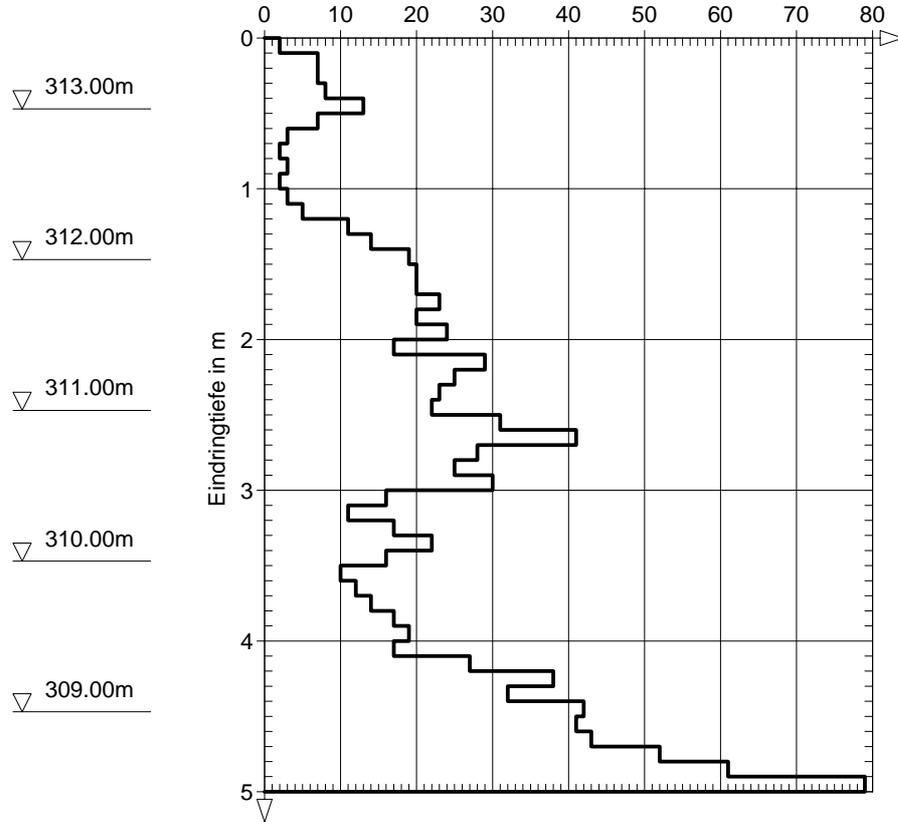


Geotechnisches Institut GmbH	Projekt : Stadt Lörrach
Hauptstraße 398	Projektnr.: Erschließung Baugebiet "Hugenmatt", Lörrach-Brombach
79576 Weil am Rhein	Datum : 26.03.2013
www.gi-weil.de	Maßstab : 1: 50

## DPH 3

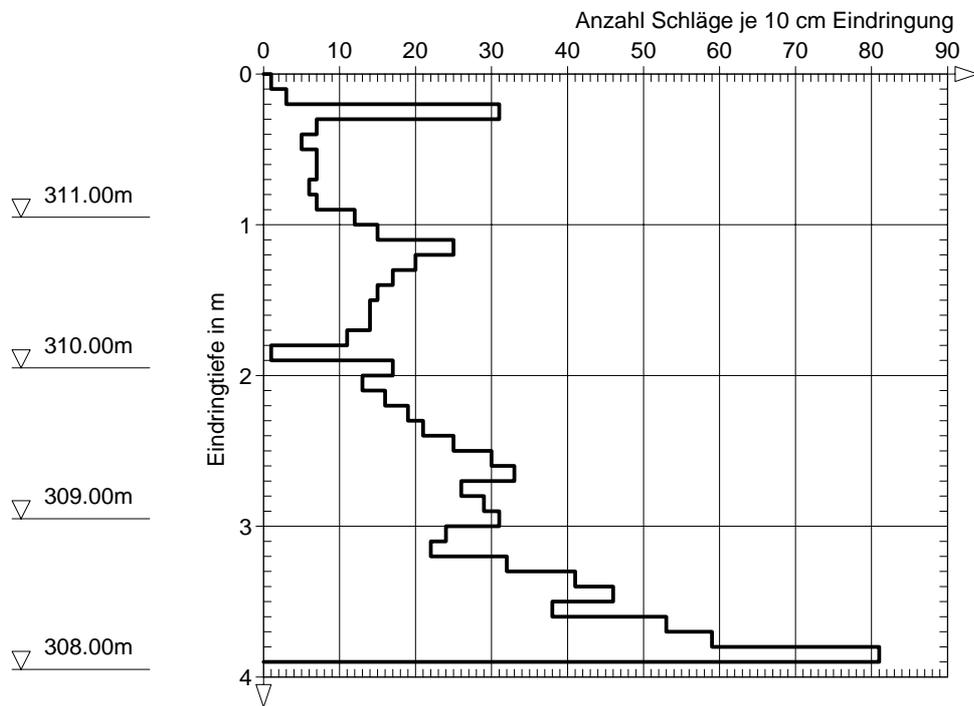
Ansatzpunkt: 313.47 m ü.M.

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



# DPH 4

Ansatzpunkt: 311.95 m ü.M.



Auswertung Versickerungsversuch		
<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Lörrach	Datum: 29.01.2013
<b>Projekt:</b>	Erschließung BG Hugenmatt, Lörrach-Brombach	GIW 20124472

Versickerungsversuch:	Schurf	S 1	Bemerkungen
Länge des Schurfs L:	3,00 m		Es wurden in 15 min ca. 6,5 m <sup>3</sup> Wasser in den Schurf geleitet. In den ersten 10 min staute sich das Wasser maximal ca. 0,10 m auf.
Breite des Schurfs B:	2,50 m		
Versickerungsfläche F:	4,00 m <sup>2</sup>		
Tiefe der Versickerungsfläche:	2,80 m u. GOK		
Meßpunkthöhe:	313,21 m ü. NN		
Grundwasserabstand Is (geschätzt):	4,00 m		

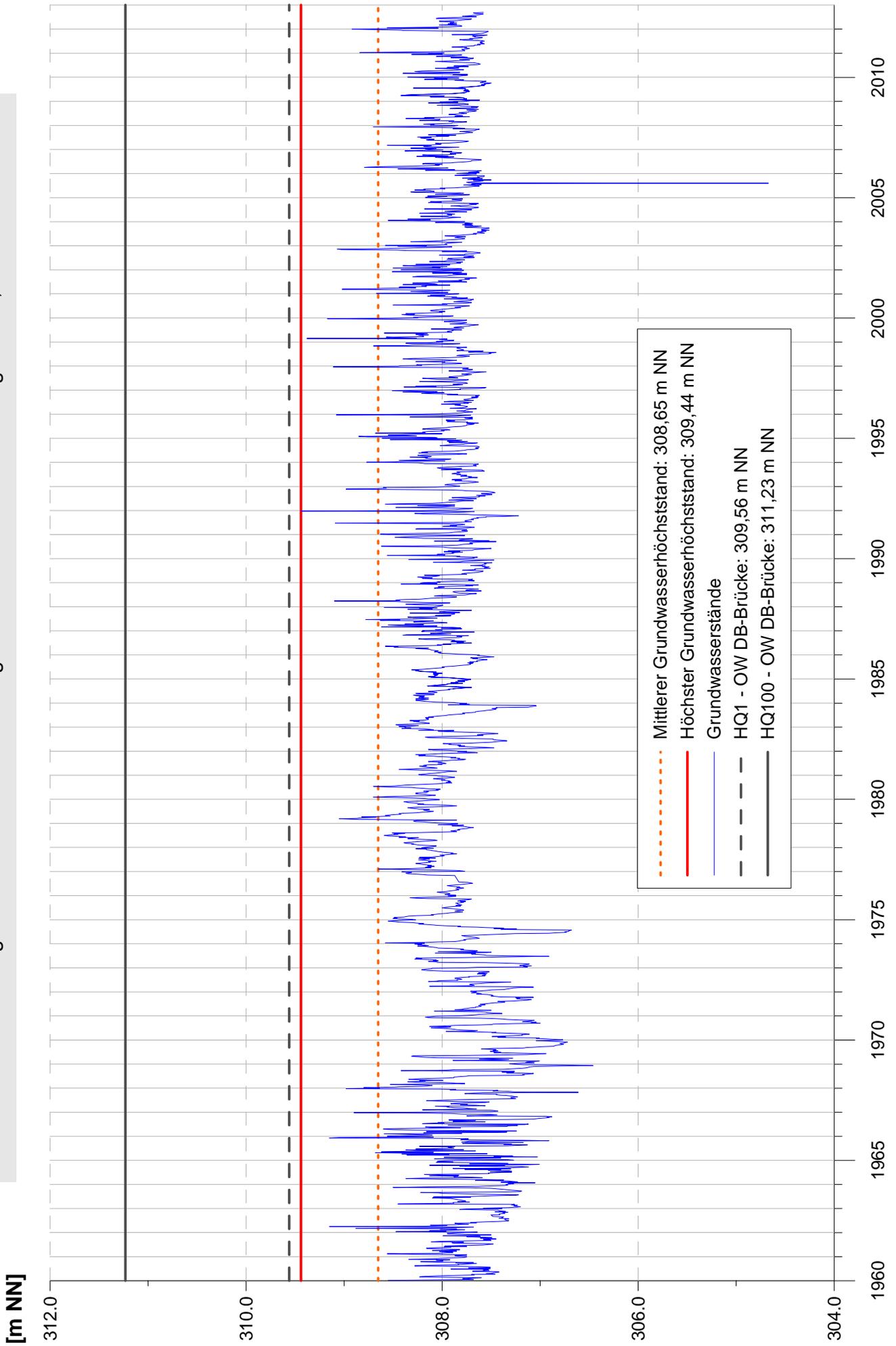
<b>Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigte Zone:</b> (= versickerungswirksamer Durchlässigkeitsbeiwert)	$k_{f,u} = Q / (I * F)$	[ m / s ]
<b>Versickerungsmenge pro Zeiteinheit:</b>	$Q = ( F * dz ) / dt$	[ m <sup>3</sup> / s ]
<b>Gefälle:</b>	$I = ( Is + z ) / ( Is + z/2 )$	[ m / m ]

Uhrzeit	dt	z	dz	Q	I	kf,u*
	[ s ]	[ m ]	[ m ]	[ m <sup>3</sup> / s ]		[ m / s ]
11:25:00	0	0,20				
	30	0,10	0,10	1,33E-02	1,012	3,29E-03
	45	0,00	0,10	8,89E-03	1,000	2,22E-03

\* pro Zeitabschnitt  
z = Wasserdruckhöhe über der Versickerungsfläche

Durchlässigkeitsbeiwert für die Dimensionierung einer Versickerungsanlage	
kf,u (bis z = 0,10 m)	= 2,22E-03 m/s
vorgeschlagener Sicherheitsfaktor n	= 2
<b>anzusetzender Durchlässigkeitsbeiwert:</b>	$k_f = 2 \times k_{f,u} / n$ $= 2 \times k_{f,u} / 2 = k_{f,u}$ <b>kf = 2,2E-03 m/s</b>

Grund- und Bemessungswasserstände des ehemaligen Trinkwasserbrunnens "Hugenmatt", Lörrach-Brombach



Statistische Jahreswerte der Grundwasserstände "Trinkwasserbrunnen Hugematt" (0131/073-3)

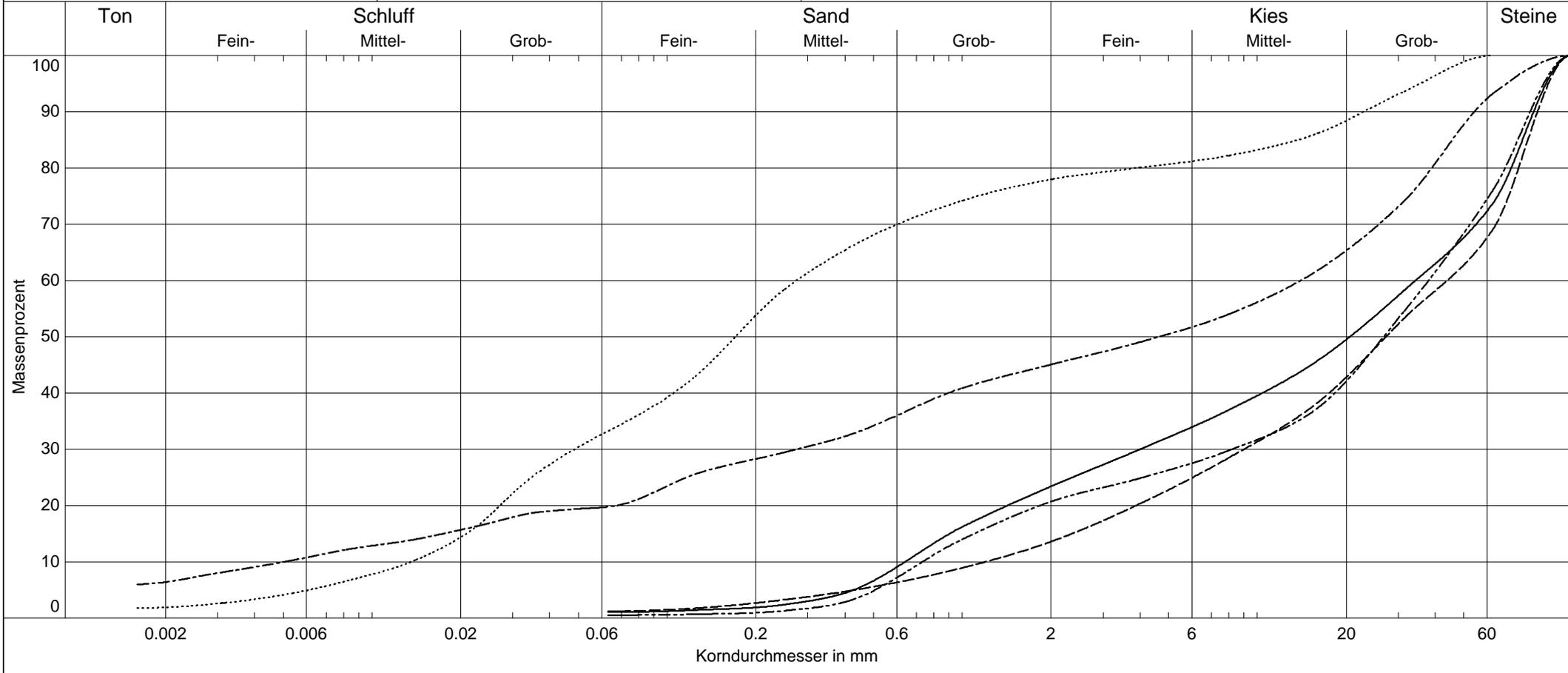
Jahr	Min	MAX	Mittel	Median
	[m NN]			
1960	307,42	308,55	307,81	307,77
1961	307,45	308,56	307,82	307,85
1962	307,32	309,15	307,68	307,50
1963	307,19	308,50	307,63	307,59
1964	307,01	308,37	307,60	307,53
1965	306,91	309,15	307,83	307,80
1966	306,88	308,90	307,79	307,81
1967	306,61	308,98	307,67	307,66
1968	306,46	308,80	307,72	307,87
1969	306,72	308,31	307,27	307,18
1970	306,77	308,17	307,51	307,48
1971	307,07	308,08	307,53	307,56
1972	307,07	308,21	307,69	307,66
1973	306,91	308,28	307,75	307,77
1974	306,68	308,58	307,72	307,77
1975	307,70	308,50	307,99	307,88
1976	307,69	308,41	307,96	307,91
1977	307,77	308,65	308,11	308,12
1978	307,68	308,59	308,13	308,15
1979	307,85	309,05	308,30	308,26
1980	307,87	308,70	308,16	308,14
1981	307,64	308,44	308,04	308,04
1982	307,34	308,41	307,81	307,81
1983	307,04	308,47	307,89	307,95
1984	307,70	308,29	308,02	308,05
1985	307,47	308,31	307,88	307,88
1986	307,67	308,58	308,03	308,03
1987	307,70	308,78	308,13	308,07
1988	307,60	309,10	308,02	308,00
1989	307,47	308,34	307,79	307,71
1990	307,45	308,62	307,91	307,85
1991	307,22	309,44	307,89	307,78
1992	307,46	308,98	307,91	307,85
1993	307,57	308,25	307,82	307,81
1994	307,62	308,77	307,97	307,92
1995	307,63	309,08	308,03	307,95
1996	307,62	308,51	307,86	307,78
1997	307,55	309,11	307,89	307,81
1998	307,45	308,70	307,95	307,90
1999	307,63	309,38	308,05	307,95
2000	307,68	308,50	307,98	307,96
2001	307,65	309,02	308,08	308,05
2002	307,61	309,07	308,01	307,93
2003	307,52	308,58	307,80	307,77
2004	307,63	308,55	307,91	307,90
2005	304,67	308,32	307,77	307,76
2006	307,60	308,79	307,99	307,93
2007	307,62	308,70	307,98	307,95
2008	307,63	308,37	307,88	307,84
2009	307,50	308,42	307,82	307,77
2010	307,61	308,40	307,89	307,85
2011	307,53	308,84	307,78	307,68
2012	307,58	308,92	307,89	307,85
<b>Mittlere Grundwasserhöchststand MHW:</b>		<b>308,65</b>	<b>m NN</b>	
<b>Höchster Grundwasserhöchststand HHW:</b>		<b>309,44</b>	<b>m NN</b>	

Geotechnisches Institut GmbH  
 Hauptstraße 398  
 79576 Weil am Rhein  
 www.gi-weil.de

# Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt: Erschließung BG Hugenmatt, Lörrach-Brombach  
 Auftraggeber: Stadt Lörrach  
 Projektnr.: 20124472  
 Datum: 06.02.2013



Labornummer	— S1-WS	- - - S2-WS	- · - S3-DS	- - - - S3-WS	· · · · · S4-DS
Entnahmestelle	S 1	S 2	S 3	S 3	S 4
Entnahmetiefe	0,5 - 2,0	0,6 - 2,2	0,2 - 0,7	0,7 - 2,8	0,0 - 0,7
Bodenart	G,x,gs',ms'	G,x,gs'	G,s,u,x',t'	G,x,gs',ms'	S,u,gg',mg'
Bodengruppe	GI	GW	GU	GW	SU
Bodenklasse	3	5	4	3	4
Wassergehalt	3.3 %	3.7 %	8.7 %	2.8 %	21.2 %
Frostempfindl.klasse	F1	F1	F3	F1	F3
Anteil < 0.063 mm	1.1 %	1.2 %	19.8 %	0.5 %	33.2 %

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente  
 Gründung in den Wieseschottern  
 Einbindetiefe  $t = 0,5$  m

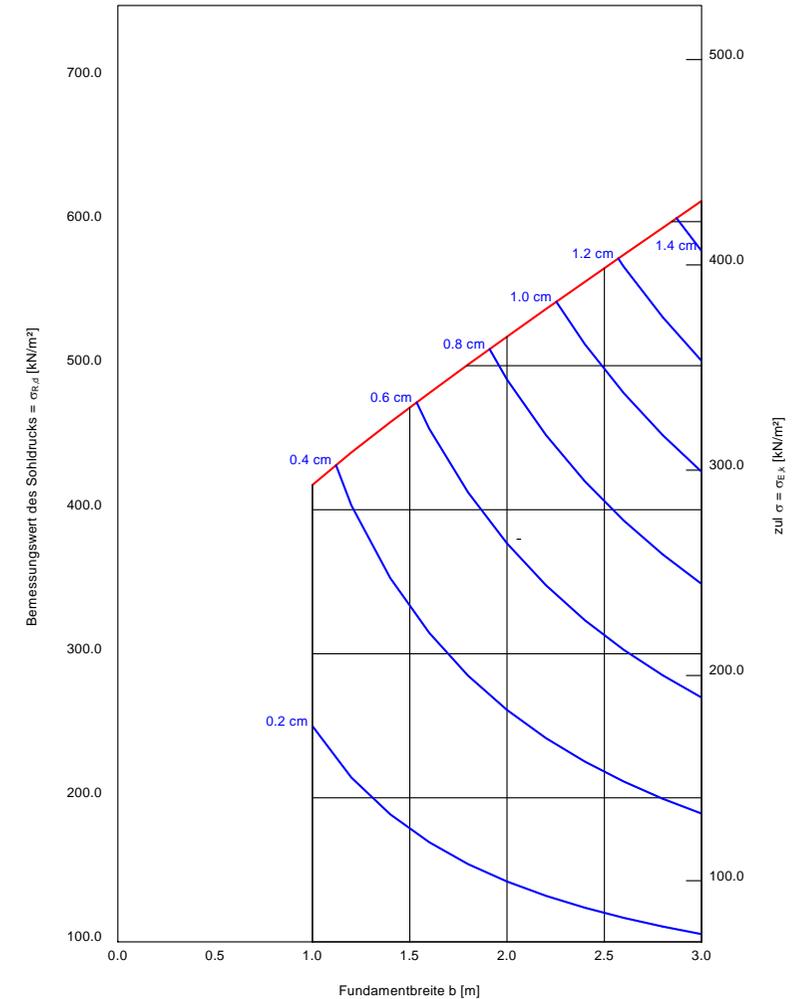
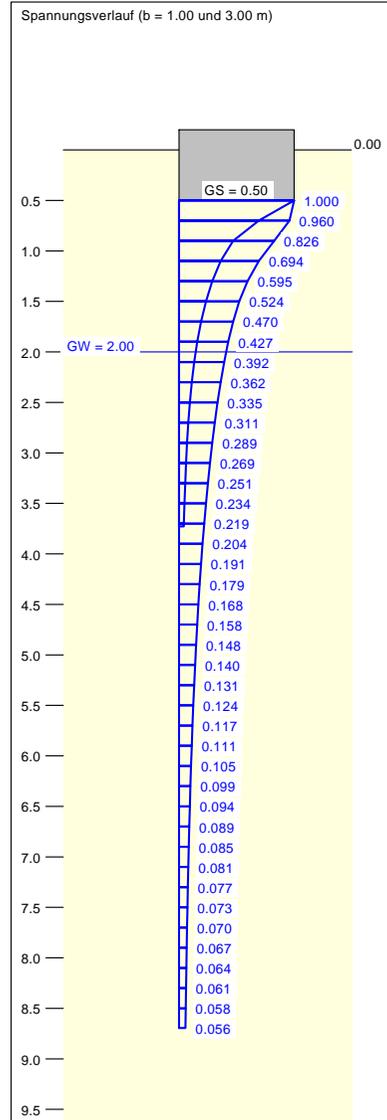
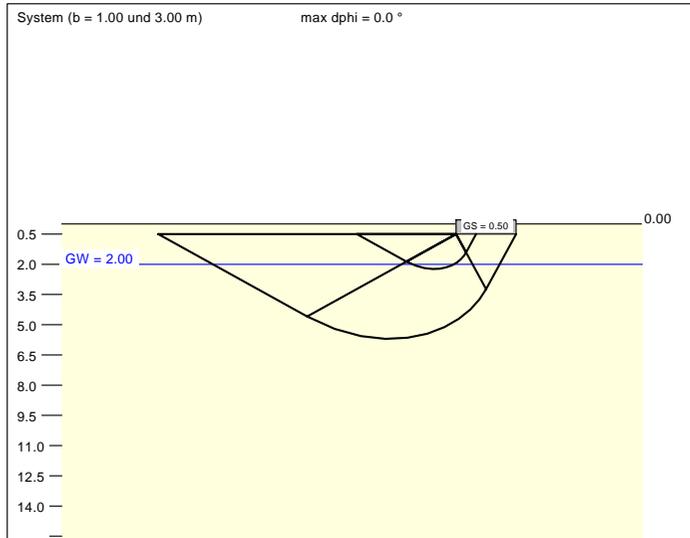
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Lörrach

Projekt: Erschließung BG "Hugenmatt", Lörrach-Brombach

GIW-Nr.: 20124472

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Wieseschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{o,d}$ [kN]	zul $\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{\varphi}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_B$ [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	417.3	417.3	292.8	0.35	32.5	0.00	19.61	10.00	3.73	2.23
1.20	1.20	439.8	633.3	308.6	0.44	32.5	0.00	18.84	10.00	4.27	2.58
1.40	1.40	460.8	903.2	323.4	0.53	32.5	0.00	18.15	10.00	4.79	2.93
1.60	1.60	481.1	1231.5	337.6	0.64	32.5	0.00	17.56	10.00	5.31	3.28
1.80	1.80	500.8	1622.5	351.4	0.74	32.5	0.00	17.07	10.00	5.81	3.62
2.00	2.00	520.2	2080.7	365.0	0.85	32.5	0.00	16.65	10.00	6.30	3.97
2.20	2.20	539.3	2610.3	378.5	0.97	32.5	0.00	16.30	10.00	6.79	4.32
2.40	2.40	558.3	3215.6	391.8	1.09	32.5	0.00	15.99	10.00	7.27	4.66
2.60	2.60	577.1	3901.1	405.0	1.22	32.5	0.00	15.72	10.00	7.75	5.01
2.80	2.80	595.8	4671.0	418.1	1.35	32.5	0.00	15.49	10.00	8.22	5.36
3.00	3.00	614.4	5529.6	431.2	1.49	32.5	0.00	15.28	10.00	8.70	5.70

zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{oik} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{oik} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{oik} / 2.00$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Einzelfundament (a/b = 1.00)

$\gamma_{Gr} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

Gründungssohle = 0.50 m

Grundwasser = 2.00 m

Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohlgedrueck

— Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente  
 Gründung in den Wieseschottern  
 Einbindetiefe  $t = 1,0$  m

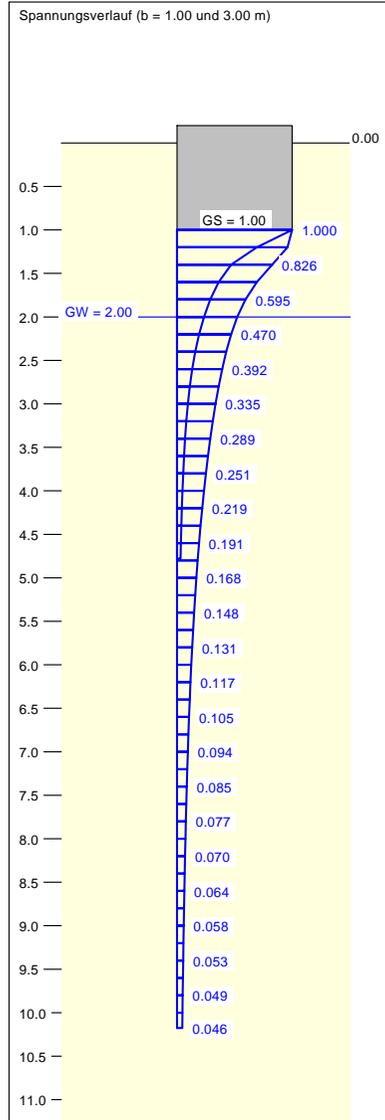
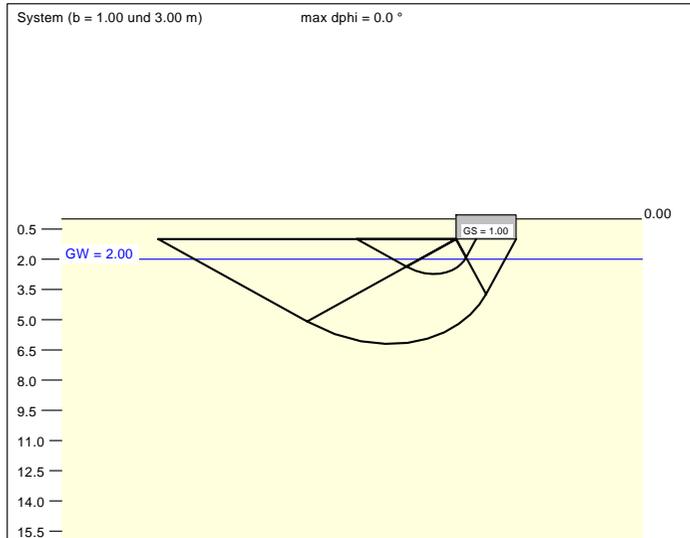
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Lörrach

Projekt: Erschließung BG "Hugenmatt", Lörrach-Brombach

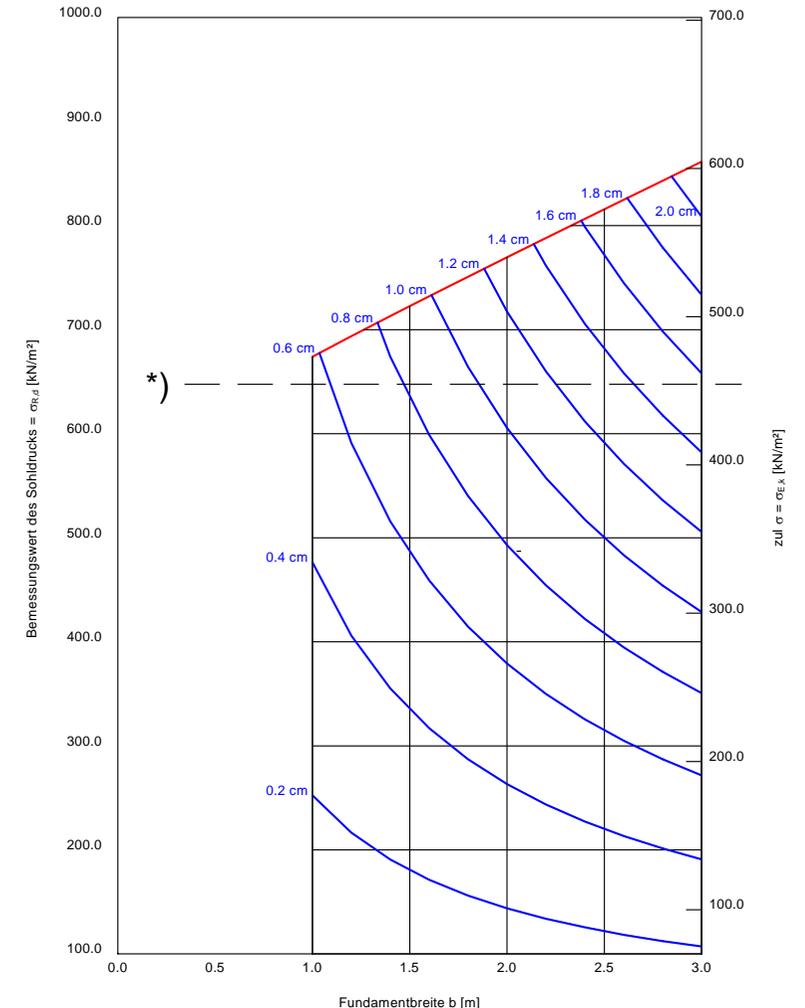
GIW-Nr.: 20124472

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Wieseschotter



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{o,d}$	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_G$	$t_B$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
1.00	1.00	673.9	673.9	472.9	0.58	32.5	0.00	17.84	20.00	4.78	2.73
1.20	1.20	693.8	999.1	486.9	0.71	32.5	0.00	17.07	20.00	5.38	3.08
1.40	1.40	713.1	1397.7	500.4	0.85	32.5	0.00	16.47	20.00	5.96	3.43
1.60	1.60	732.1	1874.2	513.8	0.99	32.5	0.00	15.99	20.00	6.52	3.78
1.80	1.80	750.9	2432.9	527.0	1.14	32.5	0.00	15.60	20.00	7.07	4.12
2.00	2.00	769.5	3078.2	540.0	1.29	32.5	0.00	15.28	20.00	7.61	4.47
2.20	2.20	788.1	3814.2	553.0	1.45	32.5	0.00	15.01	20.00	8.14	4.82
2.40	2.40	806.5	4645.5	566.0	1.62	32.5	0.00	14.79	20.00	8.66	5.16
2.60	2.60	824.9	5576.2	578.9	1.79	32.5	0.00	14.59	20.00	9.17	5.51
2.80	2.80	843.2	6610.8	591.7	1.96	32.5	0.00	14.42	20.00	9.68	5.86
3.00	3.00	861.5	7753.5	604.6	2.14	32.5	0.00	14.27	20.00	10.18	6.20

zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{oik} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{oik} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{oik} / 2.00$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



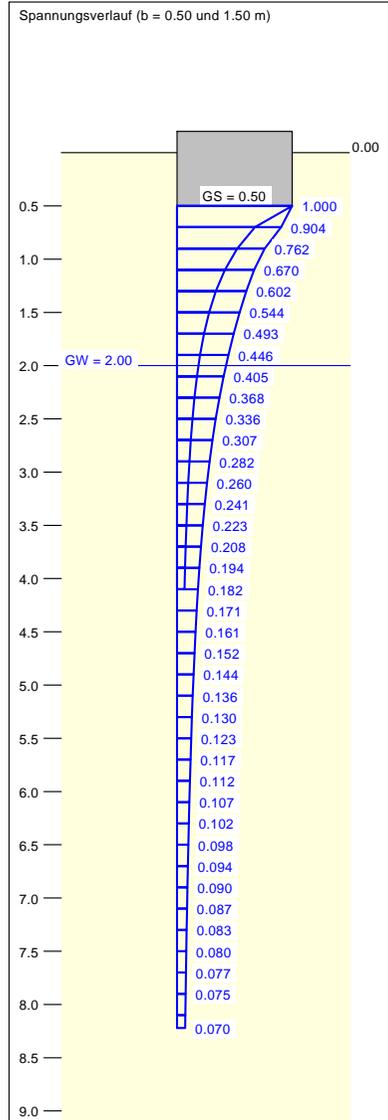
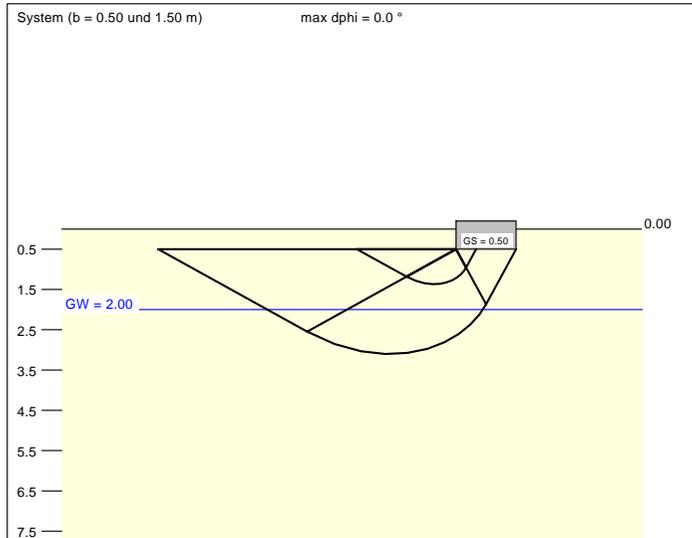
\* ) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d} = 640$  kN/m<sup>2</sup> entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul.  $\sigma = 450$  kN/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 Gründungssohle = 1.00 m  
 Grundwasser = 2.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Grenztielen spannungsvariabel bestimmt  
 — Sohldruck  
 — Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente  
 Gründung in den Wieseschottern  
 Einbindetiefe  $t = 0,5 \text{ m}$

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Wieseschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{o,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_G$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	286.0	143.0	200.7	0.29	32.5	0.00	20.00	10.00	4.10	1.37
10.00	0.60	307.7	184.6	216.0	0.36	32.5	0.00	20.00	10.00	4.59	1.54
10.00	0.70	329.3	230.5	231.1	0.43	32.5	0.00	20.00	10.00	5.07	1.71
10.00	0.80	350.7	280.6	246.1	0.52	32.5	0.00	20.00	10.00	5.54	1.89
10.00	0.90	371.5	334.4	260.7	0.60	32.5	0.00	19.94	10.00	5.98	2.06
10.00	1.00	389.2	389.2	273.1	0.68	32.5	0.00	19.61	10.00	6.40	2.23
10.00	1.10	405.4	445.9	284.5	0.76	32.5	0.00	19.22	10.00	6.79	2.41
10.00	1.20	420.8	505.0	295.3	0.85	32.5	0.00	18.84	10.00	7.17	2.58
10.00	1.30	435.6	566.3	305.7	0.93	32.5	0.00	18.48	10.00	7.53	2.75
10.00	1.40	450.0	630.0	315.8	1.02	32.5	0.00	18.15	10.00	7.88	2.93
10.00	1.50	464.1	696.1	325.7	1.10	32.5	0.00	17.84	10.00	8.22	3.10

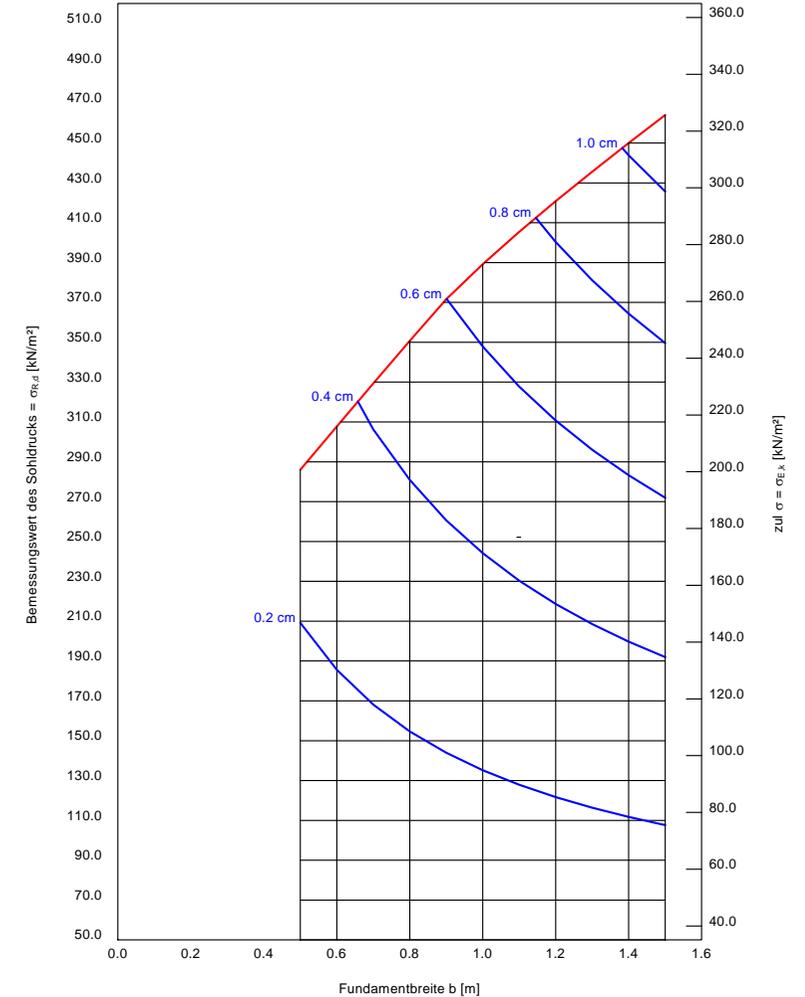
zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{oik} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{oik} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{oik} / 2.00$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Lörrach

Projekt: Erschließung BG "Hugenmatt", Lörrach-Brombach

GIW-Nr.: 20124472



Berechnungsgrundlagen:

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Streifenfundament (a = 10.00 m)

$\gamma_{Gr} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

Gründungssohle = 0.50 m

Grundwasser = 2.00 m

Grenztiefe mit  $p = 20.0 \%$

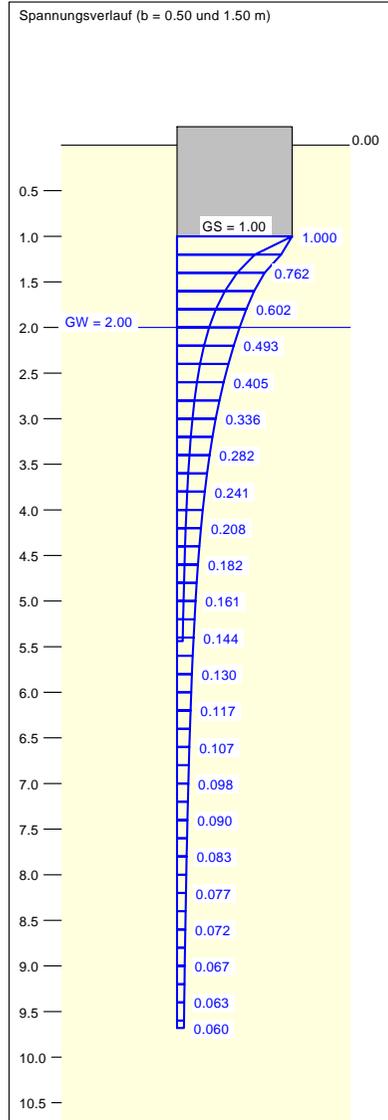
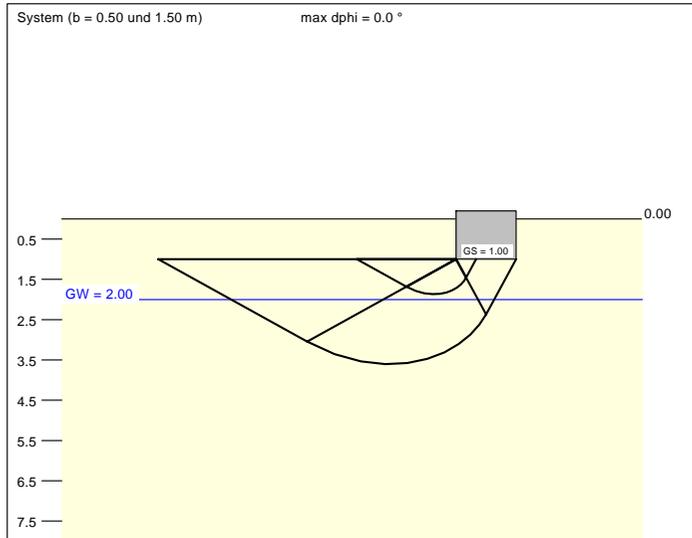
Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck

— Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente  
 Gründung in den Wieseschottern  
 Einbindetiefe  $t = 1,0$  m

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Wieseschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{o,d}$ [kN/m]	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\phi}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_{\phi}$ [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	466.4	233.2	327.3	0.49	32.5	0.00	20.00	20.00	5.44	1.87
10.00	0.60	488.6	293.2	342.9	0.60	32.5	0.00	19.94	20.00	5.98	2.04
10.00	0.70	507.2	355.1	355.9	0.70	32.5	0.00	19.42	20.00	6.48	2.21
10.00	0.80	524.2	419.3	367.8	0.80	32.5	0.00	18.84	20.00	6.95	2.39
10.00	0.90	540.3	486.2	379.1	0.91	32.5	0.00	18.31	20.00	7.39	2.56
10.00	1.00	555.8	555.8	390.0	1.01	32.5	0.00	17.84	20.00	7.81	2.73
10.00	1.10	571.0	628.0	400.7	1.11	32.5	0.00	17.43	20.00	8.21	2.91
10.00	1.20	585.8	702.9	411.1	1.22	32.5	0.00	17.07	20.00	8.60	3.08
10.00	1.30	600.3	780.4	421.3	1.32	32.5	0.00	16.75	20.00	8.97	3.25
10.00	1.40	614.7	860.5	431.4	1.43	32.5	0.00	16.47	20.00	9.33	3.43
10.00	1.50	628.8	943.2	441.3	1.54	32.5	0.00	16.22	20.00	9.68	3.60

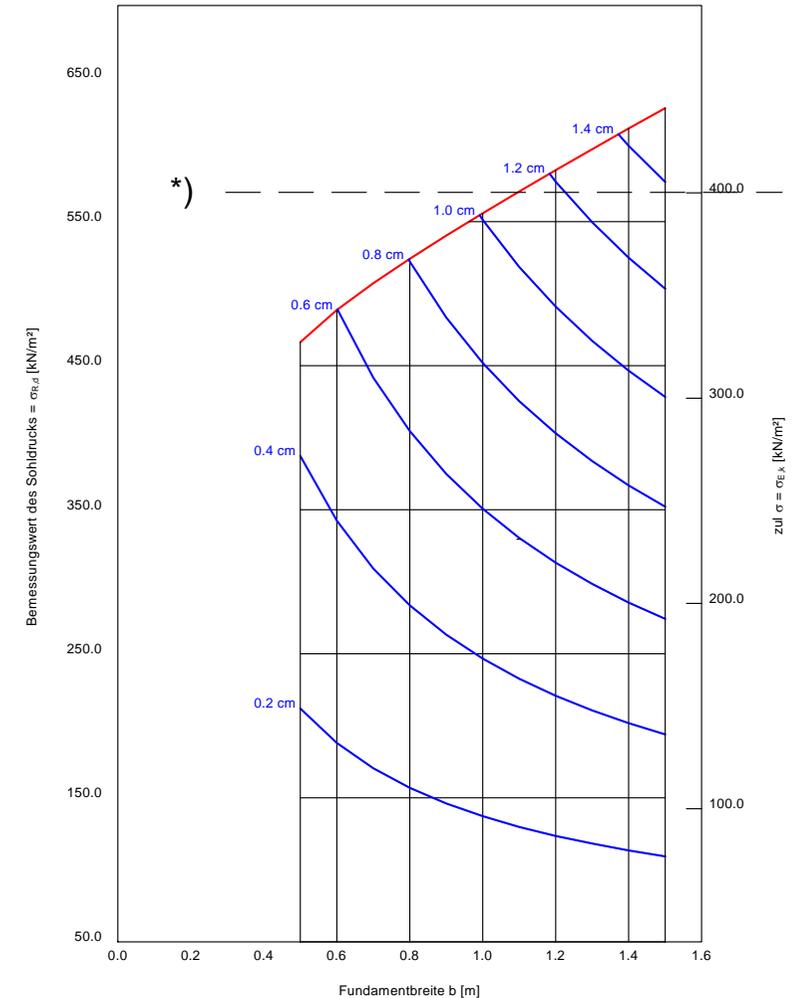
zul  $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{oik} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{oik} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{oik} / 2.00$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Lörrach

Projekt: Erschließung BG "Hugenmatt", Lörrach-Brombach

GIW-Nr.: 20124472



\* ) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d} = 570$  kN/m<sup>2</sup>  
 entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul.  $\sigma = 400$  kN/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{Gr} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 Gründungssohle = 1.00 m  
 Grundwasser = 2.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck  
 — Setzungen

		Altablagerung Hugenmatt		Wiesedamm			Zuordnungswerte VwV Boden					
		RKB 1/2	RKB 1/2	RKB 4 Damm	RKB 3 Damm	S 2 Auffüllung						
Tiefe	[m]	0,0 - 0,6	0,3 - 2,0	0,3 - 4,6	0,6 - 3,7	0,0 - 0,3	Z 0	Z 0 Lehm/Schluff	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Feststoff</b>												
PAK (EPA)	mg/kg	1.80	1.80	0.06	0.11	0.36	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	0.160	0.150	nn	nn	0.025	0.3	0.3	0.6	0.9	0.9	3
HKW (gesamt)	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	1	1	1	1	1	1
EOX	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	1	1	1	1	3	10
BTEX (ges.)	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	1	1	1	1	1	1
PCB (DIN)	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0.05	0.05	0.1	0.15	0.15	0.5
KW-Index	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	100	100	200	300	300	1000
C10 - C22	mg/kg											
C22 - C40	mg/kg											
Cyanid (gesamt)	mg/kg	0.07	nn	nn	nn	nn	-	-	-	3	3	10
Arsen	mg/kg	9	13	12	18	6.6	10	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	76	81	45	53	49	40	70	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	nn	nn	nn	0.24	nn	0.4	1	1	3	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	19	24	22	26	17	30	60	100	180	180	600
Kupfer	mg/kg	16	10	10	8	7	20	40	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	12	14	13	14	10	15	50	70	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	0.13	nn	nn	0.07	nn	0.1	0.5	1.0	1.5	1.5	5
Zink	mg/kg	79.0	56.0	42.0	43.0	43.0	60	150	300	450	450	1500
Thallium	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0.4	0.7	0.7	2.1	2.1	7
<b>Eluat</b>												
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	90	110	44	52	74	250	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	1.7	2.7	1.4	nn	1.3	30	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	1.8	6.6	1.0	1.9	2.0	50	50	50	50	100	150
Phenolindex	µg/l	6.1	8.3	nn	nn	nn	20	20	20	20	40	100
Arsen	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	14	14	20	60
Blei	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	1.5	1.5	3	6
Chrom (gesamt)	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	12.5	12.5	25	60
Kupfer	µg/l	7.7	9.0	5.0	5.1	15	-	-	20	20	60	100
Nickel	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	0.5	0.5	1	2
Zink	µg/l	29	nn	12	10	14	-	-	150	150	200	600
Cyanide	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	5	5	5	5	10	20
<b>Zuordnung</b>		<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.1</b>	<b>Z 0*</b>	<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.1</b>						

\* VwV für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (2007)

bis Z 0: Uneingeschränkter Einbau

bis Z 0: Uneingeschränkter Einbau

bis Z 1.1: Offener Einbau bei unempfindlicher Nutzung (GW-Flurabstand > 1 m)

bis Z 1.2: Offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten (Deckschichtenmächtigkeit > 2 m); Erosionsschutz erforderlich

bis Z 2: Eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kern von Lärmschutzwällen)

# Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**  
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H  
Lichtstr. 3  
45127 Essen

Tel. (0201)847363-0 Fax (0201)847363-332

Berichtsnummer: AU43852  
Berichtsdatum: 07.02.2013

Projekt: 4472; Hugenmatt, Lörrach-Brombach

Auftraggeber: Geotechnisches Institut GmbH  
Hauptstraße 398  
79576 Weil am Rhein

Auftrag: 31.01.2013  
Probeneingang: 31.01.2013  
Untersuchungszeitraum: 31.01.2013 — 07.02.2013  
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter  
Untersuchungsgegenstand: 10 Feststoffproben



Andreas Görner  
Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 1	RKB 1/2	0.00-0.60 m	
43852 - 2	RKB 1/2	0.30-2.00 m	
43852 - 3	RKB 3 Damm	0.30-4.60 m	
43852 - 4	RKB 4 Damm	0.60-3.70 m	
	43852 - 1	43852 - 2	43852 - 3
			43852 - 4

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

**Metalle**

Arsen	mg/kg	8,7	13	12	18
Blei	mg/kg	76	81	45	53
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	0,24
Chrom	mg/kg	19	24	22	26
Kupfer	mg/kg	16	9,5	9,6	7,8
Nickel	mg/kg	12	14	13	14
Quecksilber	mg/kg	0,13	<0,050	<0,050	0,074
Zink	mg/kg	79	56	42	43

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

**Metalle**

Thallium	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
----------	-------	-------	-------	-------	-------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 1	RKB 1/2	0.00-0.60 m	
43852 - 2	RKB 1/2	0.30-2.00 m	
43852 - 3	RKB 3 Damm	0.30-4.60 m	
43852 - 4	RKB 4 Damm	0.60-3.70 m	

43852 - 1	43852 - 2	43852 - 3	43852 - 4
-----------	-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im Feststoff

pH-Wert	ohne	6,95	7,93	7,75	7,46
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	0,066	<0,050	<0,050	<0,050
KW-Index	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<50	<50

**LHKW**

Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

**BTEX**

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 1	RKB 1/2	0.00-0.60 m	
43852 - 2	RKB 1/2	0.30-2.00 m	
43852 - 3	RKB 3 Damm	0.30-4.60 m	
43852 - 4	RKB 4 Damm	0.60-3.70 m	

43852 - 1

43852 - 2

43852 - 3

43852 - 4

## PAK nach US EPA

Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	0,013	0,017	<0,010	<0,010
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,014	<0,010
Fuoren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Phenanthren	mg/kg	0,10	0,070	<0,010	<0,010
Anthracen	mg/kg	0,020	0,022	<0,010	<0,010
Fluoranthen	mg/kg	0,35	0,35	0,021	0,029
Pyren	mg/kg	0,29	0,30	0,013	0,017
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,14	0,18	<0,010	0,011
Chrysen	mg/kg	0,20	0,24	<0,010	0,020
Benzofluoranthene	mg/kg	0,31	0,27	0,013	0,028
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,16	0,15	<0,010	<0,010
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	0,016	<0,010	<0,010
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,11	0,10	<0,010	<0,010
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,079	0,089	<0,010	<0,010
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	1,8	1,8	0,061	0,11
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,50	0,46	0,013	0,028

## PCB nach DIN

PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖIV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme	
43852 - 1	RKB 1/2	0.00-0.60 m		
43852 - 2	RKB 1/2	0.30-2.00 m		
43852 - 3	RKB 3 Damm	0.30-4.60 m		
43852 - 4	RKB 4 Damm	0.60-3.70 m		
	43852 - 1	43852 - 2	43852 - 3	43852 - 4

## ● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,66	8,93	8,29	8,10
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	90	110	44	52
Chlorid	mg/l	1,7	2,7	1,4	<1,0
Sulfat	mg/l	1,8	6,6	1,0	1,9
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Phenolindex	mg/l	0,0061	0,0083	<0,0050	<0,0050

### **Metalle**

Arsen	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,0077	0,0090	<0,0050	0,0051
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Thallium	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Zink	mg/l	0,029	<0,010	0,012	0,010

**Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.**

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 5	S 2 Auffüllung	0.00-0.30 m	
43852 - 6	RKB 5	0.00-0.20 m	
43852 - 7	RKB 5	0.20-1.80 m	
43852 - 8	RKB 5	1.80-2.20 m	
	43852 - 5	43852 - 6	43852 - 7
			43852 - 8

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

**Metalle**

Arsen	mg/kg	6,6	12	16	13
Blei	mg/kg	49	180	250	77
Cadmium	mg/kg	<0,20	0,21	<0,20	<0,20
Chrom	mg/kg	17	27	39	43
Kupfer	mg/kg	7,0	8,1	12	13
Nickel	mg/kg	9,5	17	18	21
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Zink	mg/kg	43	64	82	91

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

**Metalle**

Thallium	mg/kg	<0,50
----------	-------	-------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 5	S 2 Auffüllung	0.00-0.30 m	
43852 - 6	RKB 5	0.00-0.20 m	
43852 - 7	RKB 5	0.20-1.80 m	
43852 - 8	RKB 5	1.80-2.20 m	
	43852 - 5	43852 - 6	43852 - 7
			43852 - 8

## ● Untersuchungen im Feststoff

pH-Wert	ohne	7,32
EOX	mg/kg	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<0,050
KW-Index	mg/kg	<50
C10-C22	mg/kg	<50
C22-C40	mg/kg	<50

### **LHKW**

Dichlormethan	mg/kg	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar

### **BTEX**

Benzol	mg/kg	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar

**Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.**

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 5	S 2 Auffüllung	0.00-0.30 m	
43852 - 6	RKB 5	0.00-0.20 m	
43852 - 7	RKB 5	0.20-1.80 m	
43852 - 8	RKB 5	1.80-2.20 m	
	43852 - 5	43852 - 6	43852 - 7
			43852 - 8

## PAK nach US EPA

Naphthalin	mg/kg	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010
Acenaphthen	mg/kg	<0,010
Fluoren	mg/kg	<0,010
Phenanthren	mg/kg	0,052
Anthracen	mg/kg	0,020
Fluoranthren	mg/kg	0,070
Pyren	mg/kg	0,054
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,028
Chrysen	mg/kg	0,036
Benzofluoranthene	mg/kg	0,051
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,025
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,011
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,011
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	0,36
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,073

## PCB nach DIN

PCB 28	mg/kg	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖIV	mg/kg	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 5	S 2 Auffüllung	0.00-0.30 m	
43852 - 6	RKB 5	0.00-0.20 m	
43852 - 7	RKB 5	0.20-1.80 m	
43852 - 8	RKB 5	1.80-2.20 m	
	43852 - 5	43852 - 6	43852 - 7
			43852 - 8

## ● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,93
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	74
Chlorid	mg/l	1,3
Sulfat	mg/l	2,0
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050
Phenolindex	mg/l	<0,0050

### **Metalle**

Arsen	mg/l	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,015
Nickel	mg/l	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020
Thallium	mg/l	<0,0010
Zink	mg/l	0,014

**Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.**

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43852 - 9	RKB 6	0.00-0.30 m	
43852 - 10	RKB 6	0.50-1.50 m	

43852 - 9

43852 - 10

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

## **Metalle**

Arsen	mg/kg	19	10
Blei	mg/kg	140	59
Cadmium	mg/kg	0,22	<0,20
Chrom	mg/kg	35	21
Kupfer	mg/kg	14	6,4
Nickel	mg/kg	17	10
Quecksilber	mg/kg	0,088	<0,050
Zink	mg/kg	79	53

**Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.**

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN ISO 11466
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN 1483
Zink	DIN EN ISO 11885

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

- Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	E DIN ISO 11262
EOX	DIN 38414 S17
KW-Index	E-DIN EN 14039
pH-Wert	DIN ISO 10390
LHKW	DIN ISO 22155
BTEX	DIN ISO 22155
PAK nach US EPA	LUA Merkblatt Nr. 1
PCB nach DIN	DIN 38414-S20

- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7
DEV S4 Eluat	DIN 38414 S4
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Phenolindex	DIN 38409 H37
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
pH-Wert	DIN 38404 C5
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN 1483
Thallium	DIN 38406 E26
Zink	DIN EN ISO 11885

# Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**  
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H  
Lichtstr. 3  
45127 Essen

Tel. (0201)847363-0 Fax (0201)847363-332

Berichtsnummer: AU43853  
Berichtsdatum: 06.02.2013

Projekt: 4472; Hugenmatt, Lörrach-Brombach

Auftraggeber: Geotechnisches Institut GmbH  
Hauptstraße 398  
79576 Weil am Rhein

Auftrag: 31.01.2013  
Probeneingang: 31.01.2013  
Untersuchungszeitraum: 31.01.2013 — 06.02.2013  
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter  
Untersuchungsgegenstand: 10 Feststoffproben



Andreas Görner  
Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43853 - 1	S 1	0.00-0.30 m	
43853 - 2	S 1	0.50-2.00 m	
43853 - 3	S 2	0.00-0.20 m	
43853 - 4	S 2	0.20-0.60 m	
	43853 - 1	43853 - 2	43853 - 3
			43853 - 4

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

### Metalle

Arsen	mg/kg	29	17	8,5	17
Blei	mg/kg	200	98	44	130
Cadmium	mg/kg	0,47	<0,20	<0,20	<0,20
Chrom	mg/kg	59	43	20	41
Kupfer	mg/kg	27	9,5	9,3	20
Nickel	mg/kg	23	18	13	21
Quecksilber	mg/kg	0,34	<0,050	<0,050	0,13
Zink	mg/kg	130	58	48	89

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43853 - 5	S 2	0.60-2.20 m	
43853 - 6	S 3	0.00-0.20 m	
43853 - 7	S 3	0.20-0.70 m	
43853 - 8	S 3	0.70-2.80 m	
	43853 - 5	43853 - 6	43853 - 7
			43853 - 8

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

### Metalle

Arsen	mg/kg	13	16	13	17
Blei	mg/kg	110	120	27	110
Cadmium	mg/kg	<0,20	0,23	<0,20	0,21
Chrom	mg/kg	34	33	42	36
Kupfer	mg/kg	9,0	17	15	15
Nickel	mg/kg	16	15	25	17
Quecksilber	mg/kg	<0,050	0,16	<0,050	0,14
Zink	mg/kg	60	77	60	79

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

# Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
43853 - 9	S 4	0.00-0.70 m	
43853 - 10	S 4	0.70-2.50 m	

43853 - 9

43853 - 10

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

## **Metalle**

Arsen	mg/kg	13	18
Blei	mg/kg	180	140
Cadmium	mg/kg	<0,20	0,20
Chrom	mg/kg	21	36
Kupfer	mg/kg	8,6	10
Nickel	mg/kg	11	17
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050
Zink	mg/kg	57	63

**Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.**

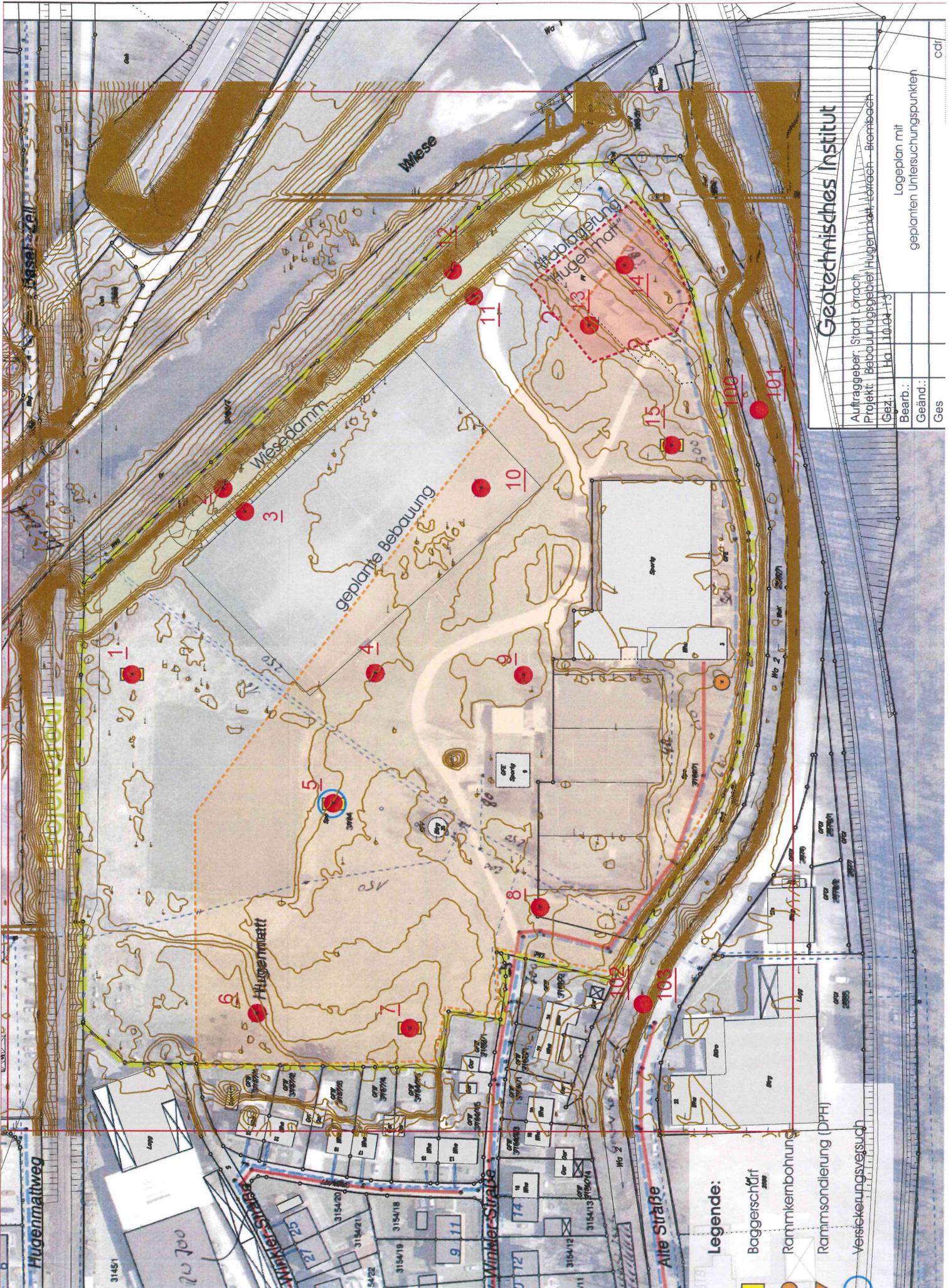
- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN ISO 11466
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN 1483
Zink	DIN EN ISO 11885

## Punktwerte Hugenmatt

Punkt. Nr.	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN
1	3402837.07	5278640.90	312.75
2	3402900.64	5278610.19	314.54
3	3402893.94	5278604.82	313.13
4	3402837.71	5278558.64	313.18
5	3402793.24	5278572.79	313.21
6	3402721.48	5278598.44	311.95
7	3402716.56	5278547.05	312.23
8	3402757.82	5278503.01	313.47
9	3402837.14	5278508.61	313.02
10	3402900.96	5278523.27	313.41
11	3402969.54	5278522.75	313.54
12	3402975.17	5278532.89	315.25
13	3402954.55	5278485.46	314.39
14	3402988.35	5278464.45	316.10
15	3402915.67	5278458.99	314.30

100	Höhe Wasserspiegel: 314.09
101	Höhe Kanalsohle: 313.88
102	Höhe Wasserspiegel: 314.02
103	Höhe Kanalsohle: 313.21



**Geotechnisches Institut**

Auftraggeber: Stadt Lorrach  
 Projekt: Bebauungsgebiet Hugenmatt, Lorrach - Brombach  
 Gez.: Ha. 10.04.13

Bearb.:  
 Geänd.:  
 Ges:  
 Lageplan mit  
 geplanten Untersuchungspunkten  
 cdr

Anlage 11.2