

Stadt Ostfildern
Fachbereich 3 - Planung
Otto-Vatter-Straße 3
73760 Ostfildern

Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon +49 (0) 711 797350 - 0
Telefax +49 (0) 711 797350 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

31.10.2016
Az 16 161

Geotechnischer Bericht

für die Erweiterung des
Bebauungsplangebietes „Ob der Halde“
in Ostfildern-Scharnhausen

Geschäftsführer

Prof. Dr.-Ing. Johannes Giere
Dr.-Ing. Stefan Krieg
Dr.-Ing. Jens Turek

Amtsgericht Stuttgart HRB 22 36 32

öffentlich bestellte Sachverständige

Prof. Dr.-Ing. Johannes Giere
ö.b.u.v. SV für Erd- und Grundbau, Standsicherheit
von Böschungen

Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
ö.b.u.v. SV für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Veess
ö.b.u.v. SV für Baugrund, Gründungen, Bodenmechanik
anerkannter SV für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

Inhalt	Seite
1	Vorbemerkungen..... 3
2	Lage und geologischer Überblick 3
3	Durchgeführte Untersuchungen 4
4	Untersuchungsergebnisse..... 5
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes..... 5
4.2	Grundwasserverhältnisse 7
4.3	Einstufung der erschlossenen Schichten in Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301 7
4.4	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen 9
4.5	Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149 9
5	Folgerungen für die Erschließung 10
5.1	Leitungsbau 10
5.1.1	Anlage und Sicherung der Leitungsgräben..... 10
5.1.2	Auflagerung von Rohrleitungen, Verfüllung der Leitungszone..... 11
5.1.3	Hauptverfüllung..... 11
5.2	Straßenbau 12
6	Folgerungen für die Bebauung 13
7	Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung 13
7.1	Wiederverwertung / Entsorgung von Aushubmaterial..... 13
7.2	Kampfmittel im Untergrund 13
7.3	Oberflächennahe Geothermie..... 14
8	Schlussbemerkungen..... 14

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, M. 1:10000
1.2	Lageplan, M. 1:1000
2	Schichtprofile der Rammkernsondierungen RKS 1/16 bis RKS 4/16 sowie Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen SRS 1/07 und SRS 4/07
3	Bodenmechanische Laborergebnisse
4	Standortbeurteilung Geothermie
5.1 + 5.2	Definitionen der Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09

1 Vorbemerkungen

Die Stadt Ostfildern plant die Erschließung des Bebauungsplangebietes „Ob der Halde“ in Ostfildern-Scharnhausen. Unser Büro hatte für den östlichen Teil des Erschließungsgebietes bereits im Jahr 2007 ein Geotechnisches Gutachten gefertigt (Az 06 239). Das Bebauungsplangebiet soll nun in westlicher Richtung erweitert werden. Unser Büro wurde daher mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines Geotechnischen Berichts für die Erweiterungsfläche beauftragt.

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichts standen uns folgende Pläne zur Verfügung:

- Bebauungsplan „Ob der Halde“, Stadtteil Scharnhausen, Abgrenzung des Geltungsbereichs, M. 1:1000, Datum: 22.06.2016, Stadt Ostfildern, Fachbereich 3 - Planung
- Plangebiet „Ob der Halde“, Lageplan des städtebaulichen Konzepts, M. 1:1000, Datum: 22.06.2016, Erich W. Baier, Architekt und Stadtplaner, Gauting/München

Anhand der genannten Unterlagen und aufbauend auf unseren Untersuchungsergebnissen (vgl. Abschnitt 4) wurde der vorliegende Bericht erstellt.

Zusätzlich standen uns die Ergebnisse unserer Baugrunderkundung aus dem Jahr 2007 für den östlichen Teil des Bebauungsplangebiets zur Verfügung (vgl. unser Gutachten vom 12.11.2007, Az 06 239). Außerdem erhielten wir von der Stadt Ostfildern das Gutachten des Büros Ingeo zur Altlastenerkundung der kommunalen Verdachtsfläche „Ob der Halde“ in Ostfildern-Scharnhausen (Gutachten vom 29.10.1996 mit Ergänzung vom 16.12.1996, Projekt A0296). Aus beiden Gutachten konnten weitere Baugrundaufschlüsse mit ausgewertet werden.

Der nachfolgende Bericht bezieht sich lediglich auf die Erkundungsergebnisse und geotechnischen Folgerungen für die westliche Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebietes. Der östliche Teil des Bebauungsplangebiets wurde bereits in unserem o. g. Gutachten behandelt.

2 Lage und geologischer Überblick

Das geplante Erschließungsgebiet liegt am nördlichen Rand von Scharnhausen. Der östliche Teil (vgl. unser in Abschnitt 1 genanntes Gutachten) liegt auf einem flach nach Süden geneigten Wiesen- und Ackergelände. Die westliche Erweiterungsfläche fällt ebenfalls leicht nach Süden hin ab, war aber in der Vergangenheit mit einer Sporthalle und Tennisplätzen bebaut. Derzeit wird das ehemalige Sportgelände als Asylantenunterkunft genutzt.

Der Baugrund im Bereich der Erweiterungsfläche besteht im größeren, südlichen Teil (überwiegend Flst. 2969/1 nordöstlich der Jahnstraße, vgl. Anlage 1.3) bis in mehrere Meter unter Gelände zuoberst aus künstlichen Auffüllungen (Verfüllung des ehemaligen Steinbruchs, vgl. auch unser o. g. Gutachten). Darunter bzw. in der übrigen Erweiterungsfläche direkt unterhalb der Geländeoberfläche stehen die Schichten des Unteren Schwarzjura an (Lias $\alpha 2$ / juAS = Angulatensandstein-Fm.). Sie bestehen im unverwitterten Zustand aus einer Wechselfolge aus Tonsteinen und Hartgesteinsbänken (Kalkstein, Sandstein); oberflächennah sind sie zu bindigen Böden mit eingelagerten Gesteinsstücken zersetzt.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Aus dem in Abschnitt 1 genannten Gutachten konnten insgesamt sieben Rammkernsondierungen und zwei Rammsondierungen, die direkt innerhalb der westlichen Erweiterungsfläche niedergebracht wurden, zur Auswertung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse mit herangezogen werden (vgl. auch Lageplan Anlage 1.2). Außerdem konnten die Erkenntnisse der tieferreichenden Aufschlussbohrungen aus unserer Baugrunderkundung im Jahr 2007 (vgl. unser o. g. Gutachten, Az 06 239) für die Beurteilung der Verhältnisse auf der nahe gelegenen Erweiterungsfläche übertragen werden.

Ergänzend zu den genannten Aufschlüssen wurden zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse am 20.09.2016 fünf Rammkernsondierungen (RKS 1a/16, RKS 1b/16 und RKS 2/16 bis RKS 4/16) mit Tiefen von 1,2 m bis 5,6 m niedergebracht (DN 60). Die Sondierungen wurden in unserem Auftrag von der Firma BGP Boden und Grundwasser Probenahmetechnik, Gruibingen, ausgeführt.

Der erschlossene Schichtaufbau in den neuen Rammkernsondierungen wurde von unserem Mitarbeiter, Herrn Dipl.-Geol. S. Merz, geologisch und bodenmechanisch aufgenommen und ist in Anlage 2 in Form von Schichtprofilen gemeinsam mit den Schlagzahldiagrammen der schweren Rammsondierungen SRS 1/07 und SRS 4/07 dargestellt (vgl. unser o. g. Gutachten). Nach Abschluss der Arbeiten und der Entnahme repräsentativer Bodenproben wurden die Sondierlöcher mit Tonpellets dicht verschlossen.

Die Ansatzstellen aller im Untersuchungsgebiet vorhandenen Baugrundaufschlüsse sind im Lageplan Anlage 1.2 eingetragen. Die Einmessung der fünf neu hergestellten Rammkernsondierungen nach Lage und Höhe erfolgte durch das Vermessungsbüro Wagner, Ostfildern.

An repräsentativen Bodenproben aus den neuen Baugrundaufschlüssen wurden in unserem Labor bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt. Ihre Ergebnisse (vgl. Anlage 3) dienen zur genaueren Klassifikation der Böden und zur Festlegung der in Abschnitt 4.4 angegebenen Bodenkennwerte.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

In den vorhandenen Baugrundaufschlüssen wurden folgende Schichtglieder erschlossen:

- Oberboden
- Künstliche Auffüllungen (vor allem Steinbruchverfüllung)
- Schichten des Unteren Schwarzzura (Lias $\alpha 2$ / juAS = Angulatensandstein-Fm.)

In der Rammkernsondierungen RKS 2/16 fand sich zuoberst durchwurzelter **Oberboden** mit 30 cm Dicke.

In den übrigen Rammkernsondierungen wurden zuoberst **künstliche Auffüllungen** angetroffen, die überwiegend aus der Verfüllung des ehemaligen Steinbruchs stammen (Flst. 2969/1). Diese bestanden in den Aufschlüssen unter einer Oberflächenbefestigung (überwiegend Schotter-Splitt-Gemisch) meist aus tonig-schluffigen Böden von unterschiedlicher Plastizität und steifer bis halbfester Konsistenz. Die bindigen Böden waren häufig mit Sand und mürben bis harten Sand- und Kalksteinstücken vermengt. Nach DIN 18196 sind die bindigen Auffüllböden in die Bodengruppen TM, TA und TL¹ einzustufen (vgl. auch Laborergebnisse in Anlage 3). Die Auffüllböden wiesen eine Mächtigkeit von bis zu 5,3 m auf (S 39/96). Nach dem Gutachten des Büros Ingeo (vgl. Abschnitt 1) nimmt die Auffüllmächtigkeit auf dem Flurstück 2969/1 generell nach Südosten hin zu, wobei im Großteil der Fläche des ehemaligen Steinbruchs Auffüllmächigkeiten von 2 m bis 4 m zu erwarten sind. Es ist nicht auszuschließen, dass die Auffüllböden lokal auch andersartig beschaffen sind, als oben beschrieben. Auch das Vorhandensein von hausmüllähnlichen Ablagerungen kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden (vgl. auch unser Gutachten vom 12.11.2007, Seiten 7 und 8).

¹ TM: mittelplastische Tone ($35 \% \leq w_L \leq 50 \%$)
TA: ausgeprägt plastische Tone ($w_L > 50 \%$)
TL: leicht plastische Tone ($w_L < 35 \%$)

Unter dem Oberboden in RKS 2/16 bzw. unter den künstlichen Auffüllungen in den übrigen Aufschlüssen folgten die Schichten des Unteren Schwarzjura (**Lias α_2**). Diese sind nach den Ergebnissen der Erkundungsbohrungen aus dem Jahr 2007 zuoberst noch stärker verwittert und liegen in Oberflächennahe meist als Verwitterungston mit eingelagerten mürben bis harten Gesteinstücken oder zwischengeschalteten, meist dünnen Sandsteinbänken vor. Mit abnehmendem Verwitterungsgrad gehen sie ab ca. 4 m bis 5 m Tiefe in eine Tonsteinabfolge mit eingeschalteten Sand- und Kalksteinbänken über (vgl. Schichtprofile der Kernbohrungen B 1/07 und B 3/07 in unserem o. g. Gutachten).

Die im Bereich der Erweiterungsfläche niedergebrachten Rammkernsondierungen endeten überwiegend bereits wenige Dezimeter unterhalb der Oberkante der Lias-Schichten innerhalb mäßig mürber bis harter Sandsteine; teilweise war der Sandstein noch stückig zerlegt. In RKS 2/16 und RKS 4/16 wurde darüber zersetzter Lias-Verwitterungston angetroffen, bestehend aus leicht plastischem bis mittelplastischem, teils ausgeprägt plastischem Ton mit eingelagerten Sandsteinstücken (Bodengruppen TL, TM und TA nach DIN 18196, vgl. auch Laborergebnisse in Anlage 3). Die Konsistenz war meist halbfest. Die in unserem Labor bestimmten natürlichen Wassergehalte w_n von Proben aus den Lias-Schichten (vgl. Anlage 3) lagen zwischen 5,0 % bis 15,2 % (bindig entfestigt, Ton) und 6,1 % bis 10,6 % (felsartig fest, überwiegend Sandstein). Nach den oben beschriebenen Erfahrungen aus dem östlichen Teil des Bebauungsplangebietes ist jedoch davon auszugehen, dass es sich in den mit den Sondierungen erschlossenen Sandsteinschichten noch nicht um die Oberkante des mäßig verwitterten, felsartig festen Lias handelt, sondern um stückig zerlegte oder noch zusammenhängende Gesteinsbänke im stark verwitterten Lias. Darunter können wiederum bindige Verwitterungstone folgen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen SRS 1/07 und SRS 4/07 entsprechen dem o. g. Schichtaufbau und können wie folgt interpretiert werden: Die Auffüllböden in SRS 1/07 sind durch meist geringe Schlagzahlen gekennzeichnet ($N_{10} \leq 8$); ab ca. 4 m Tiefe setzt mit dem Anstieg der Schlagzahlen der Übergang in die Lias-Schichten ein. Die deutlich kürzere Sondierung SRS 4/07 liegt außerhalb der Steinbruchverfüllung und beginnt innerhalb der zersetzten und stark verwitterten Lias-Schichten mit Schlagzahlen überwiegend $N_{10} \leq 10$. Das Abbruchkriterium ($N_{10} \geq 60$) wurde in SRS 1/07 bei 5,3 m und in SRS 4/07 bei 1,9 m unter Gelände erreicht; in diesen Tiefen wurden vermutlich Hartgesteinsbänke im Lias angetroffen.

Zur besseren Übersicht sind die Ansatzhöhen und Oberkanten der stark verwitterten Lias-Schichten bei jeder Sondierung im Lageplan Anlage 1.2 mit eingetragen.

In Bezug auf das Verformungsverhalten der erschlossenen Schichten verweisen wir auf Abschnitt 5 unseres Geotechnischen Gutachtens vom 12.11.2007 (Az 06 239, vgl. Abschnitt 1).

4.2 Grundwasserverhältnisse

In den Rammkernsondierungen wurden meist keine Wasserzutritte festgestellt; lediglich in der Sondierung S 38/96 wurde seinerzeit ein Wasserstand von 4,8 m unter Gelände im Sondierloch gemessen (\cong 353,96 m NN). In der nahe gelegenen Grundwassermessstelle B 1/07 wurde im Zuge der damaligen Erkundung am 31.05.2007 ein höchster Grundwasserstand von 353,05 m NN gemessen.

Auch oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels kann in den teilweise gering durchlässigen Böden lokal und zeitweise Sickerwasserführung und Staunässebildung auftreten. Diese Staunässebildung schwankt in ihrer Intensität und Höhenlage je nach Jahreszeit und Witterung. Auch innerhalb der Steinbruchverfüllung ist mit lokalen Vernässungen zu rechnen.

Der Standort liegt außerhalb festgesetzter Wasser- und Quellenschutzgebiete.

4.3 Einstufung der erschlossenen Schichten in Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301

Nach den aktuellen Normen DIN 18300:2015-08 (Erdarbeiten) und DIN 18301:2015-08 (Bohrarbeiten) ist der Untergrund in Homogenbereiche mit annähernd gleichartigen Eigenschaften zu untergliedern. Im vorliegenden Fall kann der angetroffene Untergrund im Wesentlichen entsprechend der oben gegebenen Schichtbeschreibung in die folgenden Homogenbereiche unterteilt werden (zur Beschreibung im Einzelnen vgl. Abschnitt 4.1; für die bodenmechanischen Kennwerte vgl. Abschnitt 4.4):

Von der Einstufung ausgenommen ist auf den Grünflächen anstehender Oberboden. Dieser ist gesondert abzutragen und zu verwerten bzw. für einen Wiedereinbau zwischenzulagern.

– **Homogenbereich 1: Künstliche Auffüllungen**

Überwiegend Ton mit eingelagerten Sand- und Kalksteinstücken, z. T. mit Fremdbestandteilen; zuoberst teils befestigte Oberflächen; Bodengruppen: TL, TM, TA; Konsistenz: steif bis halbfest; Wassergehalt: 10 % – 30 %; Steinanteil: < 40 %; Blockanteil: < 10%; organischer Anteil: < 6 %.

- **Homogenbereich 2a: Lias α_2 , zersetzt / stark verwittert**
Ton und Gesteinsstücke (mäßig mürb bis hart, meist Sand-/Kalkstein); Bodengruppen: TL, TM, TA; Konsistenz: meist halbfest, teils steif; Wassergehalt: 5 % – 25 %; Steinanteil: < 25 %; Blockanteil: < 3%; organischer Anteil: < 3 %.
- **Homogenbereich 2b: Lias α_2 , mäßig verwittert**
Tonstein, sehr mürb bis mürb und Sand-/Kalkstein, mäßig hart bis hart; geschichtet/bankig; Trennflächenabstand bis 50 cm; einaxiale Druckfestigkeit < 5 MN/m² (Tonstein) bis > 50 MN/m² (Sand-/Kalkstein).

Die mäßig verwitterten Lias-Schichten wurden mit den Sondierungen im Untersuchungsgebiet nicht erschlossen, da diese in geringerer Tiefe aufgrund steiniger Lagen im stark verwitterten Lias beendet werden mussten. Die obigen und nachfolgenden Angaben beziehen sich daher auch auf die Ergebnisse der Baugrunderkundung für den östlichen Teils des Bebauungsplangebiets (vgl. unser Gutachten vom 12.11.2007, Az 06 239). Die Schichten des mäßig verwitterten Lias sind meist erst mehrere Meter unterhalb der Sondierertiefen zu erwarten.

Da die aktuellen Ausgaben der DIN 18300 und DIN 18301 erst im August 2015 erschienen sind, wird in der folgenden Tabelle auch die Einstufung in Boden- und Felsklassen entsprechend der zuvor gültigen Fassung (September 2012) der genannten Norm angeführt:

Schichtglied	Boden- und Felsklassen nach	
	DIN 18300:2012-09 (alt)	DIN 18301:2012-09 (alt)
<u>Homogenbereich 1</u> Künstliche Auffüllungen *	3, 4 und 5	BB 2 + BB 3, BS 1 + BS 2
<u>Homogenbereich 2a</u> Lias α_2 , zersetzt / stark verwittert	4, 5, teilweise 6**	BB 2 – BB 4, BS 2 – BS 4 FV 1 + FV 2, FD 1
<u>Homogenbereich 2b</u> Lias α_2 , mäßig verwittert	6, 7	FV 2 – FV 4, FD 1 – FD 3

* in der angetroffenen Zusammensetzung und Beschaffenheit, ohne Oberflächenbefestigungen, Bauwerksreste und dgl.

** steinig zerlegte Hartgesteinsbänke in geringer Dicke

Die Definitionen der aktuell nicht mehr gültigen Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09 sind zur Information als Anlagen 5.1 und 5.2 beigefügt.

Die oben getroffene Einteilung kann ein Aufmaß auf der Baustelle nicht ersetzen. Sollte es zwischen Bauherrschaft und Auftragnehmer zu unterschiedlichen Auffassungen bei der Einstufung des Untergrundes in Boden- und Felsklassen kommen, kann der Baugrundgutachter zur Klärung offener Fragen hinzugezogen werden.

4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichtkomplex	Wichte [kN/m ³]		Reibungswinkel [°] φ'	Kohäsion [kN/m ²]		Steifemodul [MN/m ²] E_s
	γ	γ'		c'	c_u	
<u>Homogenbereich 1</u> Künstliche Auffüllungen *	20	–	25	–	–	–
<u>Homogenbereich 2a</u> Lias α_2 , zersetzt / stark verwittert	20	10	22,5	5 – 20	75 – 250	5 – 15
<u>Homogenbereich 2b</u> Lias α_2 , mäßig verwittert	22	12	30**	> 30**	–	> 60

* in der angetroffenen Zusammensetzung und Beschaffenheit, ohne Oberflächenbefestigungen und dgl.

** Die Scherfestigkeitseigenschaften der Festgesteine schwanken je nach Trennflächengefüge, Verwitterungsgrad und Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen. Entlang vorgegebener Trennflächen können die genannten Bodenkennwerte auch unterschritten werden. Für feste Schichten in geschlossenem Schichtverband werden die angegebenen Werte voraussichtlich nicht unterschritten.

4.5 Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ sind für den untersuchten Standort folgende Einstufungen zugrunde zu legen:

Erdbebenzone: 1
Geologische Untergrundklasse: R
Baugrundklasse: B

5 Folgerungen für die Erschließung

5.1 Leitungsbau

5.1.1 Anlage und Sicherung der Leitungsgräben

Über die geplanten Erschließungsmaßnahmen innerhalb der westlichen Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebiets liegen uns keine detaillierten Unterlagen vor, so dass im Folgenden nur grundsätzliche Hinweise gegeben werden können.

Nach dem Befund der Baugrunderkundungen im Untersuchungsgebiet werden die Leitungsgräben – bei üblichen Tiefen von Entwässerungsleitungen zwischen 3 m und 5 m unter Gelände – entweder noch innerhalb künstlicher Auffüllungen (Steinbruchverfüllung; vgl. Abschnitt 4.2) oder bereits innerhalb der verwitterten Lias-Schichten verlaufen. Nach den Erkundungsergebnissen kann nicht ausgeschlossen werden, dass beim Grabenaushub auch Fels in Form harter Sandsteinbänke gelöst werden muss (s. u.). Grundwasser wird beim Grabenaushub aller Voraussicht nach nicht in größerem Umfang angeschnitten. Falls wider Erwarten größere Mengen schichtgebundenen Grundwassers im Lias angetroffen werden, ist die zuständige Fachbehörde (Landratsamt Esslingen) über die notwendige Wasserhaltung zu informieren.

Bei der Anlage und Sicherung von Leitungsgräben sind die Richtlinien der DIN 4124 und DIN EN 1610 zu beachten. Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann man die Gräben mit freien Böschungen anlegen, sofern die Hinweise und die einschränkenden Bedingungen der DIN 4124 beachtet werden. Hierzu verweisen wir auch auf Abschnitt 6.1 unseres Gutachtens vom 12.11.2007 (Az 06 239; vgl. Abschnitt 1).

Um die Kubaturen für Aushub und Verfüllung sowie den Eingriff in den Untergrund möglichst gering zu halten, werden Leitungsgräben häufig mit senkrechten Wänden angelegt und mit einem Verbau gesichert. Dabei gelten ebenfalls die Vorgaben der DIN 4124 und DIN EN 1610. Im Kanalbau werden aufgrund des abschnittsweisen Bauablaufs in der Regel wandernde Verbausysteme eingesetzt. Verbausysteme, bei denen die Verbauelemente kontinuierlich mit dem Aushub abgesenkt werden, sind zu bevorzugen. Von einfachen Verbaukörben, die nach dem Aushub in die Gräben eingestellt werden, wird hier abgeraten, weil Nachbrüche aus den Grabenwänden nicht ausgeschlossen werden können. Die Wahl des Verbausystems ist den Baugrundverhältnissen anzupassen; sie fällt im Einzelnen in den Verantwortungsbereich der beauftragten Tiefbauunternehmung.

Beim Aushub tieferer Leitungsgräben ist bereichsweise mit Erschwernissen zu rechnen, da harte Felsbänke lokal bereits in geringen Tiefen unter Gelände anstehen können. Je nach

Verwitterungsgrad und Bankdicke sind derartige Schichten in die Felsklassen 6 oder 7 nach DIN 18300:2012-09 einzuordnen (vgl. Abschnitt 4.3).

Zum Lösen harter Felsbänke kann schweres Reißgerät oder Meißeleinsatz erforderlich sein. Es ist weiterhin zu beachten, dass im Bereich von steinig zerlegten und flächenhaft zusammenhängenden Felsbänken ein maßhaltiger Aushub der Leitungsgräben vielfach nicht möglich sein wird, da sich die Bänke nur an vorgegebenen Trennflächen (Klüften und Schichtfugen) lösen lassen. Unter solchen Bedingungen lassen sich keine ebenflächigen Aushubsohlen und Grabenwände herstellen (vgl. folgenden Abschnitt 5.1.2). Der Mehraushub in der Grabensohle muss mit Bettungsmaterial ausgeglichen werden. Dies ist bei der Ausschreibung und Massenabschätzung der Arbeiten zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beachten, dass beim Lösen von Steinen oder Kluffkörpern aus dem Verband Auflockerungen an den Grabenwänden auftreten können.

5.1.2 Auflagerung von Rohrleitungen, Verfüllung der Leitungszone

Hinsichtlich der Auflagerung von Rohrleitungen und der Verfüllung der Leitungszone wird auf die Hinweise im entsprechenden Teil des Abschnitts 5.1 unseres o. g. Gutachtens verwiesen.

Zusätzlich empfehlen wir, für Bereiche, in denen die Grabensohlen in steinig zerlegten oder felsartigen Lias-Schichten verlaufen, die Dicke der unteren Bettungsschicht a mit $100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ (jedoch nicht weniger als 150 mm) zu wählen, um Linien- und Punktlagerungen im Fels sowie in steinigen oder festgelagerten Böden zu vermeiden. Das Material für die Bettungsschicht und für die Verfüllung der Leitungszone muss die Anforderungen der gültigen Vorschriften und Richtlinien erfüllen.

5.1.3 Hauptverfüllung

Zur Verfüllung der Leitungsgräben wird auf die Hinweise im entsprechenden Teil des Abschnitts 5.1 unseres o. g. Gutachtens verwiesen. Diese gelten nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung für die westliche Erweiterungsfläche hier in gleicher Weise.

5.2 Straßenbau

Für die Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen gelten die RStO 12² sowie die ZTV E-StB 09³.

Die erforderliche Mindestdicke des Straßenaufbaues hängt vor allem von der Frostepfindlichkeit der anstehenden Böden ab. Die hier oberflächennah vorhandenen bindigen Böden (zersetzer Lias-Verwitterungston und Auffüllböden) sind nach Tabelle 1 der ZTV E-StB 09 in die Frostepfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 einzustufen (mäßig bis sehr frostepfindlich). Der Standort liegt nach Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone I. Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues lässt sich hiernach anhand der Tabellen 6 und 7 der RStO 12 ermitteln.

Die Frostschutz-Tragschicht ist aus Tragschichtmaterial nach TL SoB-StB 04 in frostsicherer Kornabstufung (sog. KFT-Material) oder aus gleichwertigen, frostsicheren Gemischen aufzubauen (bei Anordnung einer Frostschutzschicht aus Gemischen ohne regelmäßige Güteüberwachung: Eignungsnachweis vor Einbau).

Bei Straßen, die etwa geländegleich verlaufen, wird das Erdplanum innerhalb der westlichen Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebiets nach dem Abschieben des Oberbodens überwiegend innerhalb bindiger Böden verlaufen (zersetzer Lias / künstliche Auffüllungen der Steinbruchverfüllung, vgl. Abschnitt 4.2), die nach der Geländeansprache und den Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (vgl. Anlage 3) meist steife bis halbfeste Konsistenz besitzen.

Für einen Regelaufbau nach RStO 12 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Bei den anstehenden Tonböden lässt sich dieser Wert voraussichtlich nicht ohne Weiteres erreichen. Es sind deshalb Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich wie bereits in Abschnitt 6.2 unseres o. g. Gutachtens beschrieben.

² RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

³ ZTV E-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

6 Folgerungen für die Bebauung

In dem uns vorliegenden städtebaulichen Entwurf (vgl. Abschnitt 1) ist im Bereich der westlichen Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebietes der Neubau von fünf Einfamilienhäusern, einem Doppelhaus, drei Reihenhäusern und einem Mehrfamilienwohnhaus geplant. Wir gehen davon aus, dass es sich um nicht oder einfach unterkellerte Gebäude handelt. Wenn man die jetzt vorhandenen Geländehöhen zugrunde legt und annimmt, dass keine wesentliche Veränderung des Geländeverlaufs erfolgt, werden die Sohlen unterkellertes und nicht unterkellertes Gebäude entweder im natürlichen Untergrund (zersetzte/stark verwitterte Lias-Schichten) oder innerhalb der künstlichen Auffüllungen verlaufen (bindige Böden der Steinbruchverfüllung; vgl. Abschnitt 4.3).

Für die weiteren Hinweise zur Bebauung des Untersuchungsgebiets verweisen wir auf Abschnitt 7 unseres Gutachtens vom 12.11.2007 (Az 06 239; vgl. Abschnitt 1). Diese gelten auch für die westliche Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebietes in gleicher Weise.

7 Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung

7.1 Wiederverwertung / Entsorgung von Aushubmaterial

Bei unserer ergänzend ausgeführten Baugrunderkundung ergaben sich hinsichtlich möglicher Verunreinigungen des Untergrunds organoleptisch keine Auffälligkeiten. Man kann jedoch nicht ausschließen, dass natürliche Böden oder künstliche Auffüllungen Schadstoffe enthalten, obwohl sie sensorisch unauffällig sind. Eine gezielte Erkundung im Hinblick auf eventuelle Altlasten oder Belastungen des Untergrundes war nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Für weitere Informationen verweisen wir auf die Untersuchungen des Büros Ingeo aus dem Jahr 1996 (vgl. Abschnitt 1). Bei Bedarf ist ein Altlastensachverständiger einzuschalten.

7.2 Kampfmittel im Untergrund

Der Stadt Ostfildern liegt eine großflächige Luftbildauswertung auf Kampfmittel für das Stadtgebiet vor; demnach liegen Teile des Bebauungsplangebietes innerhalb von Verdachtsflächen. Wir empfehlen, die Untersuchungsergebnisse durch eine detaillierte Luftbildauswertung für das Bebauungsplangebiet überprüfen zu lassen. In Kampfmittelverdachtsflächen sind im Zuge der weiteren Baumaßnahmen ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich (z. B. Kampfmittelsondierungen, Aushubbegleitung durch Feuerwerker).

7.3 Oberflächennahe Geothermie

Der Untergrund am Standort (Schichten des Unteren Schwarzjura und des Oberen bis Mittleren Keupers = überwiegend Tonstein, Sandstein und Kalkstein) ist aufgrund seiner Wärmeleitfähigkeit prinzipiell auch gut geeignet, die Heizung und ggf. Kühlung der geplanten Neubauten über Geothermie-Anlagen zu realisieren. Besondere bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten oder sulfatführende Gesteine sind hier bis in mehr als 100 m unter Gelände nicht zu erwarten; aus wasserwirtschaftlicher oder bergrechtlicher Sicht sind Geothermie-Anlagen hier voraussichtlich genehmigungsfähig (vgl. auch Anlage 4).

Falls die Herstellung von Geothermie-Anlagen mittels Erdwärmesonden hier in Betracht gezogen werden soll, sind wir gerne bereit, weitere Details zur Ausführung zu erläutern.

8 Schlussbemerkungen

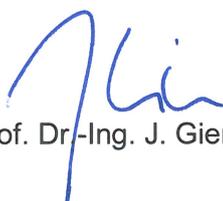
Die Baugrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet (westliche Erweiterungsfläche des Bebauungsplangebiets „Ob der Halde“) wurden auf der Grundlage von mehreren Sondierungen sowie den Ergebnissen der Baugrunderkundung für den östlichen Teil des Bebauungsplangebiets beschrieben und beurteilt (vgl. Abschnitt 1).

Die Angaben im vorliegenden Bericht beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von den hier beschriebenen Befunden können nicht ausgeschlossen werden. Bei der Bauausführung ist deshalb eine ständige und sorgfältige Kontrolle der Untergrundverhältnisse im Vergleich zu den Folgerungen im Bericht erforderlich. In allen Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Die hier gegebenen Hinweise zur Abgrenzung der Homogenbereiche können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und ein Aufmaß während der Ausführung nicht ersetzen.

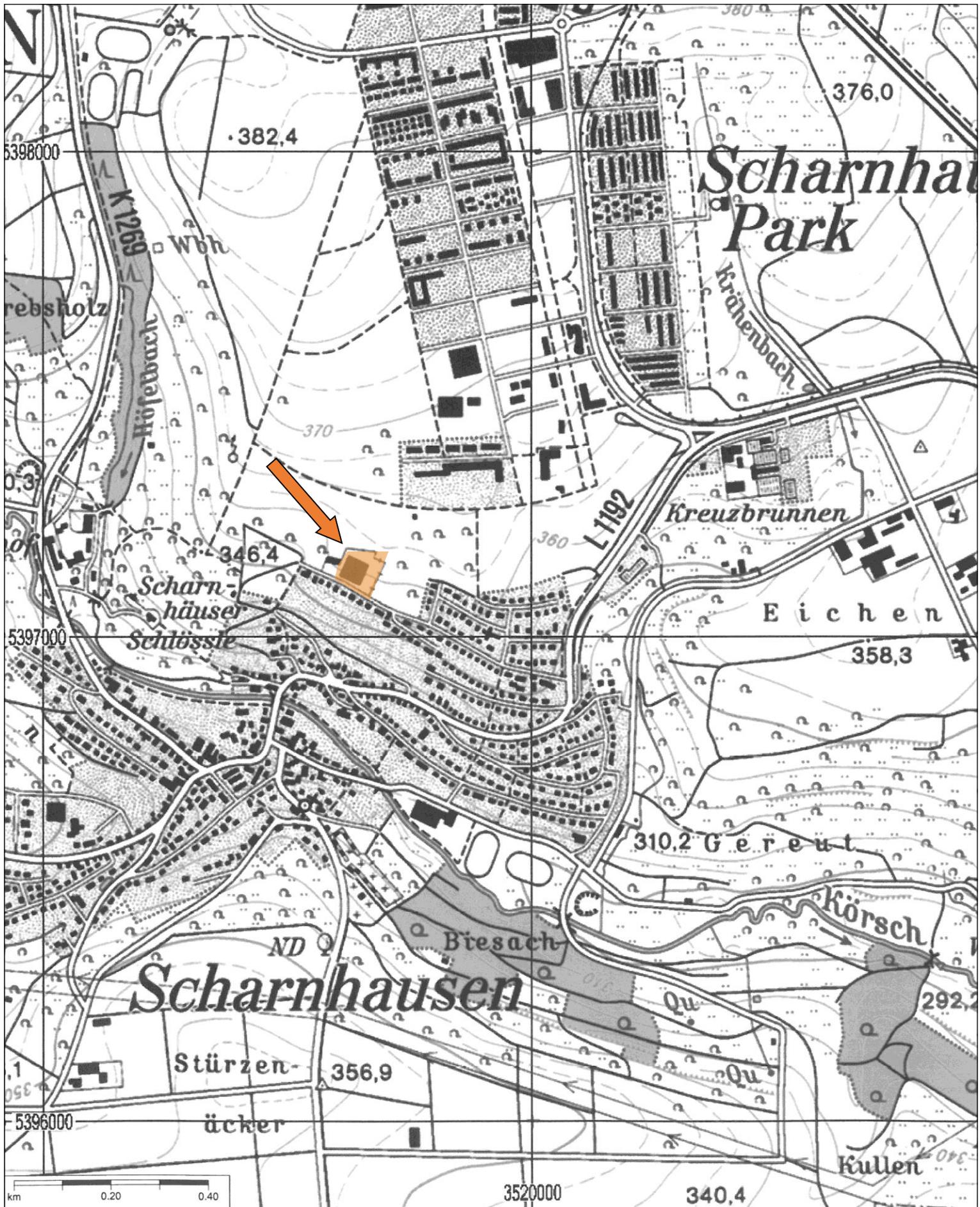
Für die Beantwortung von geotechnischen Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

Leinfelden-Echterdingen, 31. Oktober 2016


Prof. Dr.-Ing. J. Giere




Dipl.-Geol. P. Branscheid



Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000

© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007



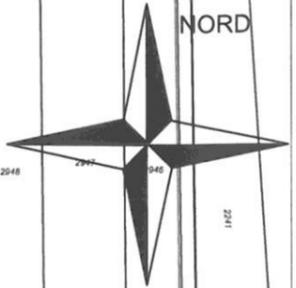
VEES | PARTNER
 Prof. Dr.-Ing. E. Veas und Partner
 Baugrundinstitut GmbH
 Friedrich-List-Straße 42
 70771 Leinfelden-Echterdingen

OSTFILDERN-SCHARNHAUSEN

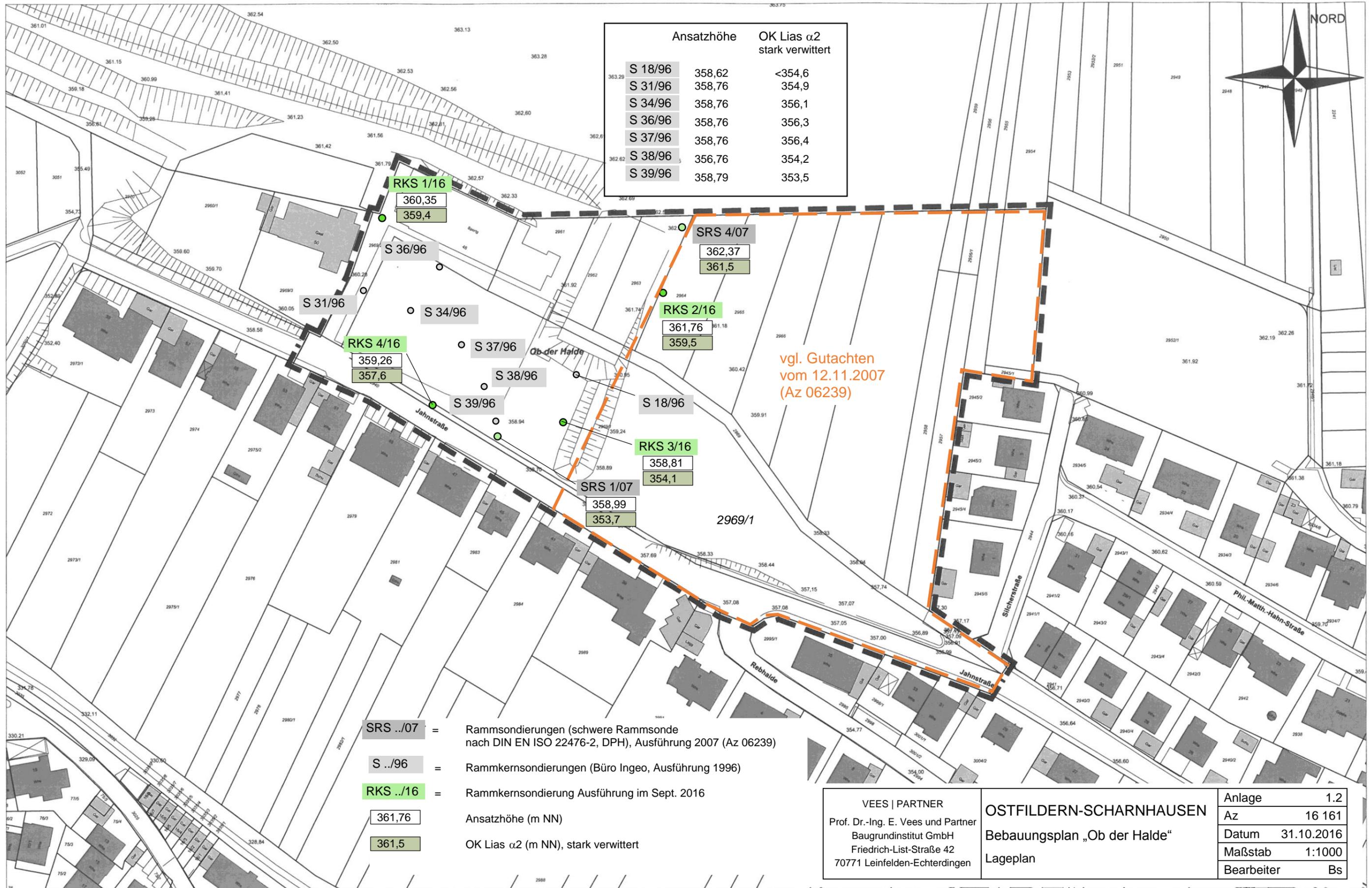
Bebauung „Ob der Halde“

Übersichtslageplan

Anlage	1.1
Az	16 161
Datum	31.10.2016
Maßstab	1:10000
Bearbeiter	Bs



	Ansatzhöhe	OK Lias α 2 stark verwittert
S 18/96	358,62	<354,6
S 31/96	358,76	354,9
S 34/96	358,76	356,1
S 36/96	358,76	356,3
S 37/96	358,76	356,4
S 38/96	356,76	354,2
S 39/96	358,79	353,5



vgl. Gutachten vom 12.11.2007 (Az 06239)

- SRS ../07 = Rammsondierungen (schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2, DPH), Ausführung 2007 (Az 06239)
- S ../96 = Rammkernsondierungen (Büro Ingeo, Ausführung 1996)
- RKS ../16 = Rammkernsondierung Ausführung im Sept. 2016
- 361,76 Ansatzhöhe (m NN)
- 361,5 OK Lias α 2 (m NN), stark verwittert

VEES PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Veas und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	OSTFILDERN-SCHARNHAUSEN	Anlage	1.2
	Bebauungsplan „Ob der Halde“	Az	16 161
	Lageplan	Datum	31.10.2016
		Maßstab	1:1000
		Bearbeiter	Bs

Bebauungsplan "Ob der Halde", Stadtteil Scharnhhausen, Abgrenzung des Geltungsbereichs, M 1:1000
 Stadt Ostfildern, Fachbereich 3 - Planung, 22.06.2016

Schichtprofile der Rammkernsondierungen
RKS 1/16 bis RKS 4/16,
Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen
SRS 1/07 + SRS 4/07

Legende:

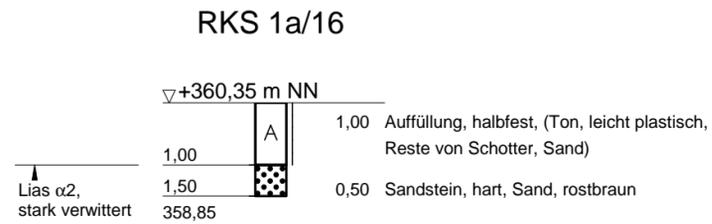
RKS .../16 Rammkernsondierungen, ausgeführt im Sept. 2016

Konsistenzen/Beschaffenheit
(Signatur rechts der Profilsäule):

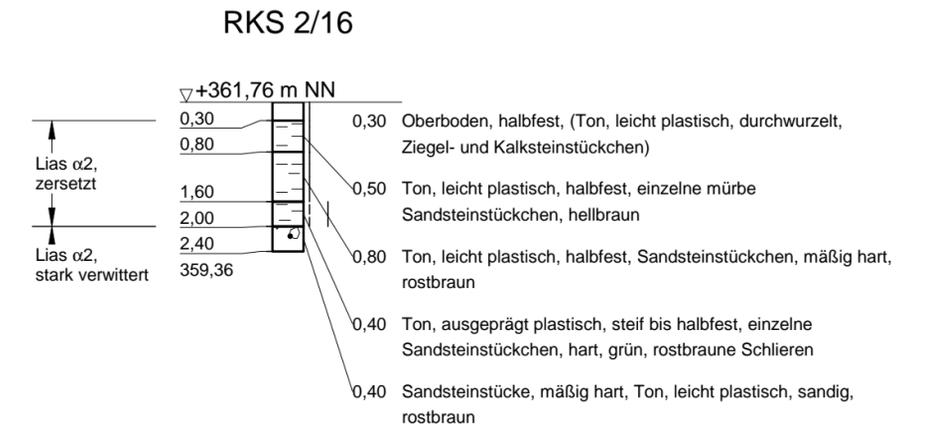
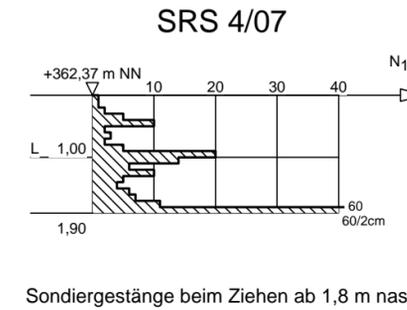
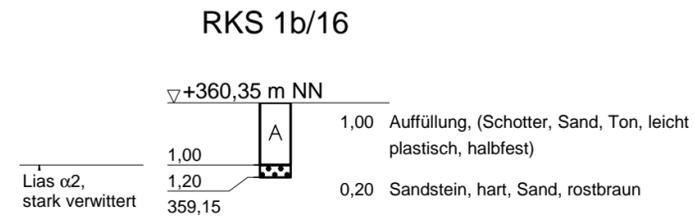
weich	steif	halbfest	fest
			

SRS .../07 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)
nach DIN EN ISO 22476-2, ausgeführt im März 2007

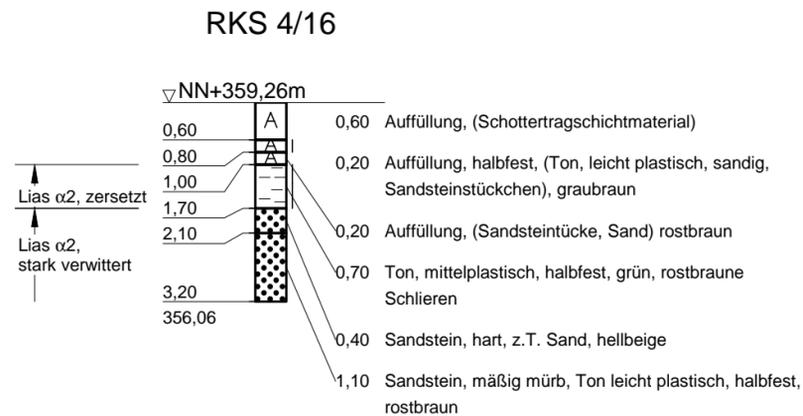
N₁₀ Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung



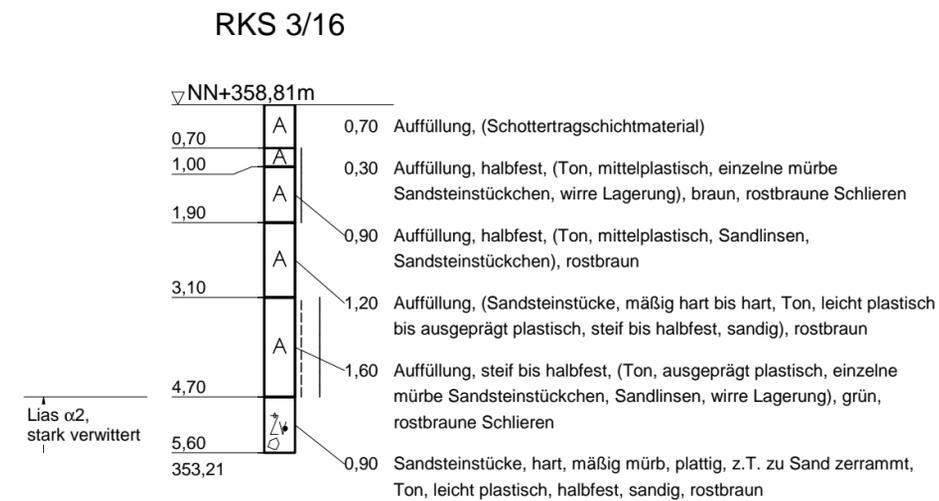
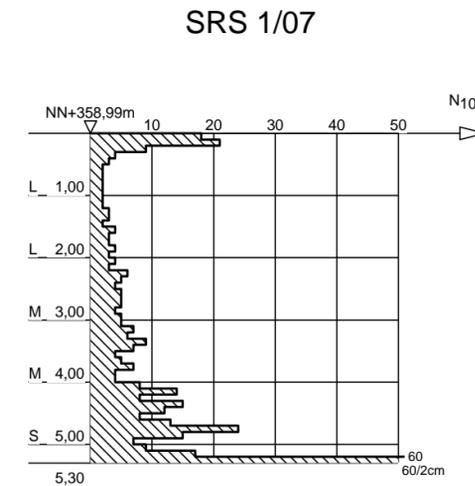
kein weiteres Eindringen der Sondenspitze mehr möglich



kein weiteres Eindringen der Sondenspitze mehr möglich, Bohrloch bis Endtiefe trocken



kein weiteres Eindringen der Sondenspitze mehr möglich, Bohrloch bis Endtiefe trocken



kein weiteres Eindringen der Sondenspitze mehr möglich, Bohrloch bis Endtiefe trocken

VEES PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Veas und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	Projekt: OSTFILDERN-SCHARNHAUSEN Bebauung "Ob der Halde" Schichtprofile	Anlage	2
		Az	16 161
		Datum	31.10.2016
		Maßstab	1 : 100
		Bearbeiter	Bs

ZUSAMMENSTELLUNG DER ERMITTELTEN BODENMECHANISCHEN KENNGRÖSSEN

Probenherkunft	Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, g = gestört	Bodenart / geologische Einstufung	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1	Korngrößenverteilung siehe Anlage	Anteil der Kornfraktion $\varnothing \leq 0,063$ mm [%]	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen		Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]	Zustandsform <small>br = breilig; sw = sehr weich, w = weich, st = steif, hf = halbfest, f = fest</small>	Klassifizierung nach DIN 18196	Kompressionsversuch siehe Anlage
								Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]					
RKS 1a/16	1,2-1,5	g	Lias $\alpha 2$	Sandstein			8,2							
RKS 1b/16	1,0-1,2	g	Lias $\alpha 2$	Sandstein			6,1							
RKS 2/16	0,6-0,8	g	Lias $\alpha 2$	Ton			9,7							
	1,2-1,5	g		Ton			5,0							
	1,8-2,0	g		Ton, ausgeprägt plastisch			15,2	56,0	14,9	41,1	0,99	st	TA	
	2,2-2,4	g		Sandsteinstücke u. Ton			8,6							
RKS 3/16	0,8-1,0	g	Auffüllung	Ton			13,7							
	1,6-1,8	g		Ton, mittelplastisch			13,7	46,5	14,9	31,6	1,04	hf	TM	
	2,4-2,6	g		Sandsteinstücke u. Ton			10,9							
	3,5-3,8	g		Ton, ausgeprägt plastisch			16,4	52,4	14,9	37,5	0,96	st	TA	
	5,3-5,6	g	Lias $\alpha 2$	Sandsteinstücke u. Ton			10,6							
RKS 4/16	0,6-0,8	g	Auffüllung	Ton			10,2							
	0,8-1,0	g		Sandsteinstücke			8,7							
	1,2-1,5	g	Lias $\alpha 2$	Ton, mittelplastisch			14,4	48,2	15,0	33,2	1,02	hf	TM	
	1,8-2,1	g		Sandstein			5,8							
	2,9-3,2	g						8,8						

Standortbeurteilung
Geothermie

Allgemeine Hinweise

Die folgenden Hinweise sind automatisch generiert und ungeprüft. Sie dienen der Information des Bauherren bzw. gegebenenfalls dessen Planungsbüros und der Bohrfirma. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den aufgeführten auch bisher nicht bekannte Bohrrisiken im Zusammenhang mit dem Bau von Erdwärmesonden auftreten. Die aufgeführten Risiken und Schwierigkeiten sind bei Einhaltung der Auflagenempfehlungen, Beachtung der "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (<http://www.um.baden-wuerttemberg.de>) und bei Ausführung der Bohrarbeiten nach dem Stand der Technik grundsätzlich beherrschbar.

Die Hinweise können eine sorgfältige Planung von Einzelvorhaben nicht ersetzen. Weitere Hinweise zum Bau von Erdwärmesonden sind im "Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden", 4. Auflage 2005 des UM zu finden (http://www.lgrb-bw.de/download_pool/Leitfaden_-_Nutzung_von_Erdwaerme.pdf). Das RPF/LGRB ist bestrebt, dieses Informationssystem fortlaufend zu aktualisieren. Hierbei ist es auf Ihre Mithilfe angewiesen. Deshalb sind die Ergebnisse einer Erdwärmesondenbohrung (Bohrprofil, Grundwasserstand) an das RP Freiburg, Abt. 9, LGRB, Albertstr. 5, 79104 Freiburg zu schicken.

I Lage der geplanten Bohrung(en) hinsichtlich Grundwassernutzungen

Der gewählte Bohrpunkt liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015, ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) AUSSERHALB von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch das zuständige Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises ist erforderlich.

II Prognostisches Bohrprofil:

Siehe Anhang.

III Schutzziele und standortbezogene Bohrrisiken

III.1 Schutz genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen

- Beschränkung der Bohrtiefe auf 260 m, bei Erreichen von sulfathaltigem Gestein (Gipsspiegel) auf eine geringere Tiefe (siehe Ziffer III.3)

Erläuterungen:

Der Schutz tiefer genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen dient der langfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung.

- Beschränkung der Bohrtiefe auf m (Top Haßmersheim-Schichten + Sicherheitszuschlag) oder bei Betreuung der Bohrung(en) bis zum Top Haßmersheim-Schichten, der vor Ort durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) erkannt werden muss. Die Haßmersheim-Schichten dürfen nicht durchbohrt werden, solange nicht eine Beurteilung der lokalen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) nachweist, dass die hydraulische Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten im Planungsbereich aufgehoben ist.

Erläuterungen:

Die Haßmersheim-Schichten können am gewählten Bohrpunkt aufgrund ihrer faziellen Ausprägung den Oberen Muschelkalk in unterschiedliche Grundwasserstockwerke unterteilen.

- Beschränkung der Bohrtiefe aufgrund des Vorkommens leichtlöslicher Gesteine (Salz) auf m

Erläuterungen:

Die Lösung von Salz kann im Umfeld von Bohrungen zu Auswirkungen auf das Gebirge und darüber liegende genutzte/nutzbare Grundwasservorkommen führen.

III.2 Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen möglicher Karsthohlräume und/oder größerer Spalten im Untergrund (siehe prognostisches Bohrprofil)

- Abbruch der Bohrung(en) bei deutlichem Spülungsverlust (mehr als 2 l/s) sowie beim Anbohren von Hohlräumen größer 2 m Tiefe

Erläuterungen:

Ein Abbruch der Bohrung(en) kann erforderlich werden, da die Gefahr besteht, dass das Bohrloch nicht mehr wirksam abgedichtet oder durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden kann. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter Geländeoberfläche, sind bohrbedingte Verbrüche mit Setzungen an der Erdoberfläche nicht auszuschließen.

III.3 Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen sulfathaltigen Gesteins im Untergrund bei Bohrtiefen größer 114 m möglich (Top Mainhardt-Formation + Sicherheitszuschlag) (siehe prognostisches Bohrprofil)

- Abbruch der Bohrung(en) beim ersten Auftreten von Gips oder Anhydrit im Bohrgut (= Gips- bzw. Anhydritspiegel) unterhalb des Top Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) bei 114 m (Top Mainhardt-Formation + Sicherheitszuschlag). Bei Bohrungen mit Bohrtiefen größer 114 m ist die fachtechnische Vor-Ort-Betreuung der Bohrung(en) durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) daher erforderlich. Wenn in sulfathaltiges Gestein unterhalb des Top Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) gebohrt wurde, müssen die Bohrung(en) von der Endtiefe bis 1 m über die Oberkante des sulfathaltigen Gesteins dauerhaft abgedichtet werden. Darüber können sie mit Erdwärmesonden ausgebaut werden.

Erläuterungen:

Beim Auftreten anhydrithaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde(n) als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips (Volumenzunahme) im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. In diesem Falle sind Geländehebungen durch Volumenzunahme bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips und hieraus resultierende Schäden, die auch über die unmittelbare Umgebung des Bohransatzpunktes hinaus reichen können, nicht auszuschließen. Die Tiefenlage des Gips-/Anhydritspiegels kann engräumig stark variieren bzw. die Sulfatgesteine können lokal vollständig ausgelaugt sein.

III.4 Zementangreifendes Grundwasser wegen sulfathaltigen Gesteins zu erwarten (siehe prognostisches Bohrprofil)

- Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement DIN 1164) erforderlich

Erläuterungen:

Zementangreifende Wässer können eine aus herkömmlichem Zement hergestellte Abdichtung schädigen.

III.5 Gasaustritte während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sowie nach Sondeneinbau möglich

- Kohlendioxid Erdgas

- Die Möglichkeit des Auftretens von Gasen und Gefährdungen durch Gasaustritte sind vor Aufnahme der Bohrarbeiten ordnungsgemäß durch den Bohrunternehmer oder die von ihm mit der Gefährdungsbeurteilung Beauftragten zu ermitteln und zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sind Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen (z. B. Lüftung, gefahrlose Ableitung, Maßnahmen der Bohrlochbeherrschung, u.a., bei Erdgas auch Bohrlochverschlusseinrichtung und Explosionsschutz) vorzusehen und geeignete Arbeitsmittel bereitzustellen. Gegebenenfalls technisch nicht weiter zu vermindern Gasaustritte aus den fertig zementierten Bohrlöchern dürfen nicht zu Gefährdungen führen. Auf die zementangreifende Eigenschaft von freiem Kohlendioxid wird verwiesen.

Erläuterungen:

Bereits bei der Vorbereitung und Planung der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten bestehen gesetzlich (u. a. nach dem Arbeitsschutzgesetz) begründete Anforderungen, gegebenenfalls zu erwartende gefährliche Gaskonzentrationen zu vermeiden. Im späteren Betrieb der Sonde muss durch die technische Bauausführung der Anlage gewährleistet sein, dass schleichend austretende Gase (Migration) sich nicht in gefährlichen Konzentrationen ansammeln können; erforderlichenfalls sind sie gefahrlos ins Freie abzuführen.

III.6 Artesisch gespanntes Grundwasser möglich

- Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann oder ob das Bohrloch ohne Sondeneinbau dauerhaft abgedichtet werden muss.

Erläuterungen:

Beim Erbohren von artesisch gespanntem Grundwasser besteht die Gefahr unkontrollierter Austritte von Grundwasser an der Erdoberfläche. Außerdem kann es beim Anbohren von Artesern infolge Druckabbau und/oder Ausschwemmung von Feinmaterial aus dem Untergrund zu Setzungen im Umfeld der Bohrung(en) kommen.

IV Weitere Hinweise auf geotechnische Risiken:

Organische Böden: Sind organische Böden, z. B. Torf, verbreitet und werden diese durch die Bohrmaßnahme entwässert, kann dies zu Geländesetzungen führen.

Ölschiefer im Untergrund: Steht Ölschiefer der Posidonienschiefer-Formation (Unterjura) oberflächennah (< 20 m unter Gelände) an, neigt dieser bei Austrocknung (z. B. nach Überbauung, Drainage, Wärmeeintrag) zu teils erheblichen Baugrundhebungen in Folge von Gipskristallisation. Es ist daher sicherzustellen, dass weder die Bohrung(en) noch die Leitungsgräben der Erdwärmesonde(n) zu einer dauerhaften Veränderung des Bodenwasserhaushalts (Austrocknung) führen.

Rutschgefährdete Gebiete:

Befindet sich der Bohrplatz auf rutschanfälligen Untergrund, kann die Hangstabilität durch die Einrichtung des Bohrplatzes sowie durch die Bohrausführung, z. B. durch Bohrspülung, vermindert werden. Eine Beschädigung der Erdwärmesonde(n) durch Abscheren infolge von Kriechbewegungen ist nicht auszuschließen

V Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter

Die Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und -geringleiter ist dem prognostischen Bohrprofil im Anhang zu entnehmen. Die Kenntnis darüber dient dazu, schon bei der Planung die erforderlichen Maßnahmen vorzusehen, die beim Bau der Erdwärmesonde einen unkontrollierten artesischen oder einen stockwerksübergreifenden Grundwasserfluss ausschließen und eine dauerhaft dichte Ringraumhinterfüllung sicherstellen (siehe "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft). Dies ist zum Schutz des Grundwassers, aber auch des Bauherrn notwendig und vermeidet spätere Schäden.

Aufgrund der regional unterschiedlichen Eigenschaften der Gesteine können einige Gesteine als Grundwasserleiter oder als Grundwassergeringleiter ausgebildet sein. Da auch die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen regional unterschiedlich sein kann, ist ihre Darstellung nur stark vereinfacht möglich. Bei Festgesteinsgrundwasserleitern nimmt sie in der Regel mit größerer Tiefe ab, bei tektonischer Beanspruchung oft zu und an Talhängen und in Tälern ist die Ergiebigkeit in der Regel erhöht.

Prognostisches Bohrprofil

Zementangreifendes Grundwasser im gesamten Profil zu erwarten.

Kalkstein, Sandstein, Tonstein, Tonmergelstein; Unterjura (Arietenkalk-Formation juAK, Angulatensandstein-Formation juAS und Psilonotenton-Formation juPT) [Restmächtigkeit]

Sandstein, Tonstein über Tonstein, Mergelstein, Kalkstein, Dolomitstein; Oberkeuper ko und Mittelkeuper (Trossingen-Formation kmTr, früher Knollenmergel-Formation)

Sandstein, Tonstein; Mittelkeuper (Löwenstein-Formation kmLw, früher Stubensandstein-Formation)

Tonstein, Sandstein, Dolomitstein, möglicherweise Sulfatgestein (Gips/Anhydrit); Mittelkeuper (Mainhardt-Formation kmMh, früher Obere Bunte Mergel, Hassberge-Formation kmHb, früher Kieselsandstein-Formation und Steigerwald-Formation kmSw, früher Untere Bunte Mergel)

Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen sulfathaltigem Gestein möglich

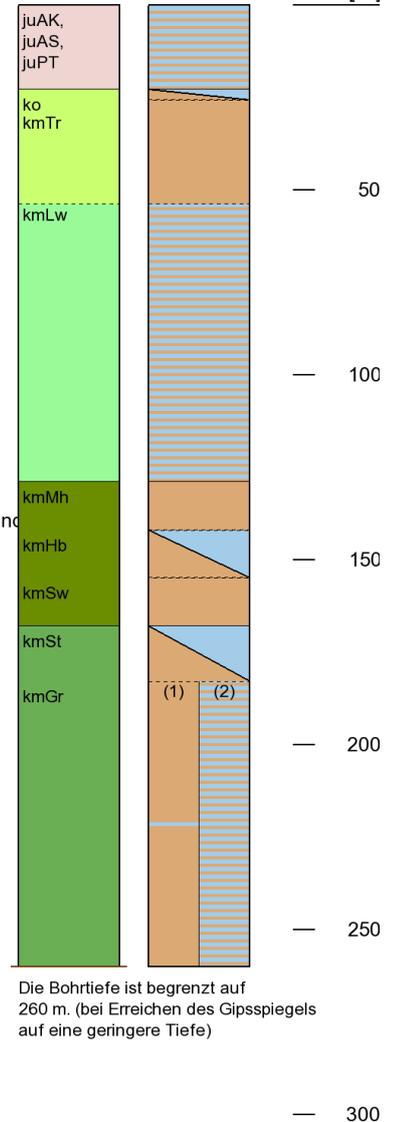
Sandstein, Tonstein über wahrscheinlich Sulfatgestein (Gips/Anhydrit), Tonstein, Dolomitstein; Mittelkeuper (Stuttgart-Formation kmSt, früher Schilfsandstein-Formation und Grabfeld-Formation kmGr, früher Gipskeuper-Formation)

Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen sulfathaltigem Gestein sowie wegen Karsthohlräumen oder größerer Spalten möglich



Bohransatzhöhe
360 [m NN]

Bohrtiefe
[m]



Die Bohrtiefe ist begrenzt auf 260 m. (bei Erreichen des Gipsspiegels auf eine geringere Tiefe)

Gliederung in Grundwasserleiter und -geringleiter

- | | | | | | |
|--|---|--|--|-----|--|
| | Grundwassergeringleiter | | je nach Region Grundwassergeringleiter oder Grundwasserleiter | | Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Einschaltungen |
| | Grundwasserleiter (geringe bis mittlere potenzielle Ergiebigkeit) | | schichtig gegliederter Grundwasserleiter | | Grenze schematisch |
| | Grundwasserleiter (hohe potenzielle Ergiebigkeit) | | überwiegend Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Bänken | (1) | unverwittert |
| | | | | (2) | verwittert |



Prognostisches Bohrprofil

Zementangreifendes Grundwasser im gesamten Profil zu erwarten.

Kalkstein, Sandstein, Tonstein, Tonmergelstein; Unterjura (Arietenkalk-Formation juAK, Angulatensandstein-Formation juAS und Pylonotenton-Formation juPT)
 [Restmächtigkeit]

Sandstein, Tonstein über Tonstein, Mergelstein, Kalkstein, Dolomitstein; Oberkeuper ko und Mittelkeuper (Trossingen-Formation kmTr, früher Knollenmergel-Formation)

Sandstein, Tonstein; Mittelkeuper (Löwenstein-Formation kmLw, früher Stubensandstein-Formation)

Bohransatzhöhe
360 [m NN]

**Kumulative Wärmeentzugsleistung [W]
 jeweils bis zur angegebenen Bohrtiefe**

Bohrtiefe [m]	Kumulative Wärmeentzugsleistung [W]	
	1800 h Betrieb pro Jahr	2400 h Betrieb pro Jahr
20 m		
40 m	2350 W	1950 W
60 m	3550 W	2950 W
80 m	4750 W	3950 W
100 m	6000 W	5000 W



Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 Erdarbeiten

Ausgabe September 2012

(durch die aktuelle **Ausgabe** August 2015 überholt)

Klasse 1: Oberboden

Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Ton- gemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Konsistenz sind und die das Wasser schwer abgeben.

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit höchstens 15 % Masseanteil an Schluff und Ton mit Korn- größen kleiner 0,063 mm und mit höchstens 30 % Masseanteil an Steinen mit Korngrößen über 63 mm bis 200 mm.

Organische Bodenarten, die nicht von flüssiger bis breiiger Konsistenz sind, und Torfe.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit über 15 % Masseanteil der Korngröße kleiner 0,063 mm. Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und höchstens 30 % Masseanteil an Steinen enthalten.

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten

Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit über 30 % Masseanteil an Steinen.

Bodenarten mit höchstens 30 % Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 mm bis 630 mm.

Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, brö- ckelig, schiefrig oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte Bodenarten, z. B. durch Austrocknung, Gefrieren, chemische Bindungen.

Bodenarten mit über 30 % Masseanteil an Blöcken.

Klasse 7: Schwer lösbarer Fels

Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt und eine hohe Festigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind, auch unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, verfestigte Schlacken und dergleichen.

Haufwerke aus großen Blöcken mit Korngrößen über 630 mm.

Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 Bohrarbeiten

Ausgabe September 2012
(ersetzt durch die aktuelle Ausgabe August 2015)

Klasse B: Boden

Klasse BN: Nichtbindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße bis 63 mm.

Feinkornanteil	Klasse
bis 15 %	BN 1
über 15 %	BN 2

Klasse BB: Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss der bindigen Anteile.

Undrained Scherfestigkeit c_u kN/m ²	Konsistenz	Klasse
bis 20	flüssig bis breiig	BB 1
über 20 bis 200	weich bis steif	BB 2
über 200 bis 600	halbfest	BB 3
über 600	fest bis sehr fest	BB 4

Klasse BO: Organische Böden, Hauptbestandteile Torf, Mudde und Humus.

Hauptbestandteile	Klasse
Mudde, Humus und zersetzte Torfe	BO 1
unzersetzte Torfe	BO 2

Zusatzklasse BS: Steine und Blöcke
Kommen in Lockergesteinen Steine und Blöcke vor, so ist die Zusatzklasse BS ergänzend zu den Klassen BN, BB und BO anzugeben.

Korngröße	Volumenanteil Steine und Blöcke	
	bis 30 %	über 30 %
über 63 mm bis 200 mm (Steine)	BS 1	BS 2
über 200 mm bis 630 mm (Blöcke)	BS 3	BS 4

Blöcke größer als 630 mm sind hinsichtlich ihrer Größe gesondert anzugeben.

Klasse F: Fels

Klasse FV

Verwitterungsgrad	Trennflächenabstand		
	bis 10 cm	über 10 cm bis 30 cm	über 30 cm
zersetzt	in Klasse BB oder BN einzustufen		
entfestigt	FV 1		
angewittert	FV 2		FV 3
unverwittert	FV 4	FV 5	FV 6

Verwitterungsgrad und Trennflächenabstand sind gemäß FGSV 543 anzugeben.

Zusatzklassen FD: Einaxiale Festigkeit
Für die Felsklassen FV 2 bis FV 6 sind die Zusatzklassen FD ergänzend anzugeben.

Einaxiale Festigkeit N/mm ²	Klasse
bis 20	FD 1
über 20 bis 80	FD 2
über 80 bis 200	FD 3
über 200 bis 300	FD 4
über 300	FD 5