

❖ **Büro für
Ingenieurgeologie**
J. Schmidt

Silvastr. 41
71665 Vaihingen-Emm-Rohweg
Tel. 07042 24146
eMail: kontakt@j.schmidt.de

Dipl.-Geologe J. Schmidt · Silvastr. 41 · 71665 Vaihingen/Obz

Stadtbau Vaihingen GmbH

Schlobstr. 1

71665 Vaihingen

Vaihingen, den 12.06.2015

Untersuchungsbericht

Nr. 151201

**Baugebietsgutachten
zur**

**Erschließung des Baugebiets Weinring VII
in Vaihingen, Ortsteil Rohweg**

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Topographische Situation	3
3. Durchgeführte Untersuchungen	4
4. Geologische Verhältnisse	4
4.1 Lösslehm	4
4.2 Löss	5
5. Hydrologische Verhältnisse	6
6. Bodenmechanische Kennwerte	6
7. Grundwasserschutz	7
8. Baugrundverhältnisse	7
9. Empfehlungen zur Erschließung des Baugebiets	8
9.1 Kanal- und Straßenbau	8
9.1.1 Kanalgrabenherstellung	8
9.1.2 Rohraufleger	8
9.1.3 Verfüllung von Kanalgräben	9
9.1.4 Straßenbaumaßnahmen	10
9.1.5 Aushub	11
10. Empfehlungen zur Bebauung	11
10.1 Bauwerksgründung	11
10.2 Schutz der Bauwerke vor	
Durchsichtung aus dem Untergrund	12
10.3 Baugruben	12
11. Versickerung von Regenwasser	13
12. Schlussbemerkung	14

ANLAGEVERZEICHNIS

Anlage 1:	Lage des Untersuchungsgebiets, Ausschnitt aus IK 7019
Anlage 2:	Übersichtsplan mit Lage der Bodenaufschlüsse
Anlage 3:	Schichtprofile der Schürftgruben
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Wasserdurchlässigkeitsversuch

Auftraggeber: Stadtbau Vaihingen GmbH, Vaihingen

Umfang: Dieser Bericht umfasst 14 Seiten und 5 Anlagen

Verteiler: Stadtbau Vaihingen GmbH, Vaihingen

1. Vorbemerkung

Die Stadt Vaihingen plant die Erschließung des Neubaugebiets Weinring VII in Ortsteil Roßwag im Bereich des westlichen Ortsrands. Die Bebauung soll an die bestehenden Wohngebiete Weinring IV und Weinring VI anschließen (vgl. Anlagen 1 und 2).

Unser Büro wurde mit Schreiben vom 09.03.2015 durch die Stadtbau Vaihingen GmbH beauftragt, die erforderlichen geologischen Untersuchungen durchzuführen und die Ergebnisse in einem Bericht festzuhalten.

Schwerpunkte des Berichts sind:

- Beschreibung und zeichnerische Darstellung der Untergrundverhältnisse
- Bodenansprache und Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300
- Beschreibung der allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Situation
- Empfehlungen zur Erschließung und Bebauung

Zur Ausarbeitung des Berichts standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Topographische Karte TK 25/7019 - Blatt Mühlacker
- Geologische Karte 1 : 25 000, 7019 - Blatt Vaihingen
- Archäologie Abschlussbericht Prospektion Nr. 141113
- Leitungsplan d. Wasserversorgung, Stadt Vaihingen, vom 25.11.14, ohne Maßstab
- Lageplan M 1 : 1 500, vom 06.06.2014, Stadtplanungsamt Vaihingen

2. Topographische Situation

Das geplante Erschließungsgebiet liegt am westlichen Ortsrand des Ortsteils Roßwag. Es erstreckt sich über eine Fläche von ca. 1,8 ha. Im Norden grenzt es mit der Traubenstraße an das Wohngebiet Weinring VI, im Osten an das Baugebiet Weinring IV, im Süden und im Westen liegen unbebaute landwirtschaftliche Flächen.

Das ebene und leicht nach Südenosten geneigte Gelände weist Höhen von 220 m NN (im Südosten) bis 226 m NN (im Westen) auf.

Das Erschließungsgebiet wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 12.03.2015 fünf Baggerschürfe mit Tiefen von 4,6 m bis 5,2 m unter Geländeoberfläche durchgeführt. Die angetroffenen Schichten wurden vom Unterzeichnenden geologisch aufgenommen und Bodenproben für die bodenmechanische Auswertung im Labor entnommen. Für die Bourcellung der Wasserdurchlässigkeit der Böden wurden mit dem Bagger zusätzlich zwei Sickergruben mit Tiefen von 1,1 m unter Gelände ausgehoben und mit Trinkwasser befüllt.

Unmittelbar nach Abschluss der geologischen Schichtaufnahme wurden die Schürfgruben und die Versickerungsgruben am 12.03. und 13.03.2015 mit dem Ausstuhmaterial wiederverfüllt.

Die Lage des Untersuchungsgebiets geht aus dem Übersichtsplan (Ausschnitt TK 25, Blatt 7019 Mühlacker) in Anlage 1 hervor. Die Ansatzhöhen und Positionen der Aufschlusspunkte wurden durch unser Büro eingemessen und sind im Lageplan in Anlage 2 aufgeführt. Als Bezugshöhe für die Höhenmessung diente uns die Geländehöhe von 224,41 m NN des Messpunkts 5.1.W.0127 (Leitungsplan der Wasserversorgung).

4. Geologische Verhältnisse

Unter humosem Oberboden wurden in den Schürfgruben wurden bis zur Endtiefe jeweils quartärer Lösslehm und Löss angetroffen. Die Schürfgruben endeten in diesen Böden.

Diese quartären Schichten sowie darunter liegende Talablagerungen der Elze-Niederterrasse bedecken den im Untergrund anstehenden Fels des Oberen Muschelkalks (mo).

4.1 Lösslehm

In den Schürfgruben wurde als oberstes natürliches Schichtglied unter einer ca. 30 cm bis 40 cm dicken Oberbodenschicht Lösslehm angetroffen. Durch die Einflüsse von Bodenbildung und Verwitterung hat sich im oberen Teil der Sedimentdecke Lösslehm ausgebildet, der durch eine mittelbraune Färbung, geringem Kalkgehalt und höherem Tonanteil gekennzeichnet ist. Die gegenüber dem Löss dunklere Färbung hat seinen Ursprung in dem höheren organischen Gehalt, der auch durch einzelne tiefgründige Wurzeln zu erkennen ist.

Die Mächtigkeiten des Lösslehms belaufen sich an den untersuchten Stellen zwischen 35 cm und 40 cm. Die Konsistenzen dieser Schichten lagen am Untersuchungsstag im steifen bis halbfesten Bereich.

4.2 Löss

Unter dem Lösslehm folgte der Löss. Das durch seine hellbraune Färbung gekennzeichnete feinsandige - schluffige Sediment hat eine geschlossene flächige Verfestigung im Untersuchungsgebiet mit Mächtigkeiten die größer als 4 m betragen. Der während der quartären Vereisung als Staubsediment abgelagerte Löss ist durch die Kohäsivkräfte seiner Körner im unbelasteten Zustand sehr stabil.

Er ist durch sein poriges Gefüge mäßig wasser- und luftaufnahmefähig und wasserundurchlässig. Die Konsistenz von Löss lag im oberen Bereich bedingt durch die frühjahreszeitlichen Witterungseinflüsse im halbfesten bis steifen Bereich, nach unten zu mit stärkerer Durchfeuchtung auch tiefer bis weich.

Löss und Lösslehm sind nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen und der DIN 18196 in die Bodengruppe TL (leicht plastischer Ton) einzuordnen (vgl. Anlagen 4.1, 4.2).

In den tieferen Bereichen der Lössschichten kommen vereinzelte Lagen von Lösskonkretionen (Lössknohl) - d. s. konzentrische Kalkausscheidungen, mit bis zu 5 cm Durchmesser - vor. Im Bereich von 3,5 m unter GOK (=Geländeoberkante) geben rostflockige Verfärbungen hervorgerufen durch Eisen-Mangan-Ausfällungen. Hinweise für zeitweilige Staunässe.

Nachfolgend ist die in den Untersuchungsstellen angetroffene Ober- und Untergrenze des quartären Lösslehm in m unter dem Ansatzpunkt GOK und in m NN sowie die Obergrenze und Mächtigkeit des Löss tabellarisch aufgeführt:

Untersuchungsstelle	Ansatzhöhe m NN	Obergrenze Lösslehm m NN	Mächtigkeit Lösslehm m	Untergrenze Lösslehm m NN	Mächtigkeit Löss m
SG 1	224,06	223,76	0,5	223,26	> 4,3
SG 2	225,59	225,24	0,35	224,89	> 4,2
SG 3	223,69	223,39	0,4	222,99	> 4,2
SG 4	224,99	224,59	0,4	224,19	> 3,8
SG 5	221,40	221,10*	0,6	220,50*	> 4,3

* Auffüllung nach archäologischer Grabung

Die im Untergrund, unter der quartären Bedeckung des Löss anschließenden lehmig-kiesigen Talablagerungen der Elbe und die Schichten des Oberen Muschelkalks wurden in dem Baggerschürfen nicht erschlossen.

Vereinzelte Tonscherbenfunde gehen Hinweise auf eine frühgeschichtliche Besiedlung und das mögliche Vorhandensein von Bodendenkmalen. Zwar wurde das geplante Baugelände zuvor in einer Grabungskampagne des Landesdenkmalamts flächenmäßig untersucht und einzelne Funde geborgen, dennoch ist es nicht auszuschließen dass im Zuge von Aushubarbeiten weitere Bodendenkmäler angetroffen werden können. In diesen Fällen muss das Landesdenkmalamt benachrichtigt werden.

5. Hydrogeologische Verhältnisse

Die im Erschließungsgebiet angetroffene Sedimentdecke aus Lösslehm und Löss stellt sich für die lediglich in Form von in Niederschlägen vorhandenen oberflächlichen Wässern als wasser- und luftaufnahmefähig dar.

Die in den Untersuchungsstellen angetroffenen bindigen Böden waren am Untersuchungsstag nach einer Frühjahrsharnte rasch abtrocknenden Periode - oberflächlich nur gering erdfeucht, zur Tiefe hin unter 3,5 m erdfeucht bis feucht. Grundwasser oder Zutritt von Schichtwasser wurde in den Schürfnäben nicht festgestellt, jedoch gibt es bereits in den mittleren Untersuchungsbereichen Hinweise auf eine temporäre Durchfeuchtung dieser Böden durch Staunässe.

6. Bodenmechanische Kennwerte

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte wurden aus den Schürfnäben Bodenproben entnommen.

Der natürliche Wassergehalt wurde an 14 Bodenproben bestimmt. An drei Proben erfolgte die Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG (DIN 18122). Eine Probe wurde einer kombinierten Sieb-Schlammanalyse nach DIN 18123 unterzogen.

Für die Bodenschichten im Gründungsniveau können für erste statistische Berechnungen die nachfolgend zusammengestellten Kennwerte zugrunde gelegt werden. Sie resultieren aus DIN 1055, Blatt 2, sowie Angaben aus der Literatur, als auch der unten angeführten Laborergebnisse und eigener Erfahrung mit gleichartigen Böden:

Schicht	Löss und Lösslehm steif bis halbfest
Feuchtigkeit γ [kN/m ³]	20 - 21
Kohäsion c_u [kN/m ²]	2 - 5
Reibungswinkel φ [Grad]	27,5
Steifemodul E_s [MN/m ²]	4 - 10

Die einzelnen Untersuchungsergebnisse sind im Anhang in den Anlagen 4 tabellarisch oder als Diagramm aufgeführt.

7. Grundwasserschutz

Der gesamte Teil des Erschließungsgebiets Weinring VII liegt in der derzeit **gültigen Grundwasserschutzzone IIIa** (Weitere Schutzzone) der Wassergewinnungsanlage Pfingstweide in Robwag.

Für die Erschließung und Bebauung gelten die Bestimmungen der **Schutzgebietsverordnung des Landkreises Ludwigshurg vom 15.02.1993**, bzw. sind geplante Maßnahmen mit dem zuständigen Fachbereich Umwelt, GI 221 Wasserwirtschaft, beim Landratsamt Ludwigshurg abzuklären. Hierzu gehören im Besonderen alle Maßnahmen zur Wasserhaltung, die einen Eingriff in das bestehende System darstellen – z. B. Abpumpen und Vorstickern von Tag- oder Grubenwasser, Einbringen von Kalk zur Bodenverbesserung.

Künstliche Aufschüttungen oder andere alllastverdrängende Flächen könnten bei den Untersuchungen nicht festgestellt werden, eine diesbezügliche Überprüfung war auch nicht Gegenstand der Beauftragung.

8. Baugrundverhältnisse

Im Untersuchungsgebiet wurden für die angetroffenen Schichten folgende Bodenklassen ermittelt:

Mutterboden	Bodenklasse 1
Lösslehm und Löss	Bodenklasse 4

Anmerkung

Bodenklasse 1:

Oberboden ist die oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Bodenklasse 4:

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Kies, Sand, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner als 0,06 mm.

Nach der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ (1. Auflage, 2005) liegt das geplante Bauwerk im Gebiet der **Erdbebenzone 0** mit der **Untergrundklasse R** (Gebiet mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Das zugrunde gelegte Gefährdungsniveau geht rechnerisch von Intensitäten der Höhe 6 bis < 6,5 aus. Zusätzlichen Maßnahmen zur Erdbebensicherheit sind hier nicht vorgeschrieben.

Die im geplanten Erschließungsgebiet angetroffenen Schichten des Lösslehm und Löss sind gekennzeichnet durch **eine Nassempfindlichkeit**, die bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu einer Setzungsempfindlichkeit und damit einer Herabsetzung der vorwiegend ausreichtend Tragfähigkeit führen kann.

9. Empfehlungen zur Erschließung des Baugebiets

9.1 Kanal- und Straßenbau

9.1.1 Kanalgrabenherstellung

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) einzuhalten.

In Bezug auf die vorhandenen Kanalanschlussstellen an der Trauben- und Muskatellerstrasse kann von durchschnittlichen Kanalgräbentiefen von etwa 3,5 - 4 m ausgegangen werden. Damit ergeben sich für den nördlichen Teil des Erschließungsgebietes Kanalsohlhöhen von etwa 219,8 m NN bis im südöstlichen Bereich bei etwa 218,3 m NN.

Die dort anschließenden mindestens steifen bindigen Böden können in der Regel mit 60° abgebocht werden. Böschungen unter 1,25 m Höhe können im Allgemeinen senkrecht geböschet werden, bis 1,75 m können die oberen 0,5 m mit 60° und die unteren 1,25 m wieder senkrecht geböschet werden. Am oberen Böschungsrand ist ein mindestens 1,5 m breiter lastfreier Schutzstreifen vorzusehen.

Bei tieferen Einschnitten ist ein Grabenverbau vorzusehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Grabenaushub innerhalb der Überdeckung vorübergehend ausreichend standfest ist, so dass mit einem waagrechtlen Verbau im Absenkverfahren gearbeitet werden kann.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde in keiner der Schürfen Grundwasser angetroffen.

Einfichtungen (Bangruben / Kanalgräben etc.) können bei starken Niederschlägen im Einzelfall zu Verhältnissen mit einströmendem Wasser führen. Gegebenenfalls ist jedoch bei der Bauausführung in niederschlagsreicher Zeit eine einfache Bauwasserhaltung vorzunehmen.

9.1.2 Rohraufleger

Im nördlichen Bereich des Erschließungsgebiets, wo auf der Kanalsohle bindige Böden von mindestens steifer Konsistenz anstehen, sind nach gegenwärtiger Beurteilung keine besonderen Stabilisierungsmaßnahmen in Form von Bodenaustausch vorzunehmen.

Somit ist die nach DIN 4033 beschriebene Ausbildung des Rohrauflegers (d = 100 mm + 0,1 x DN) im gesamten Bereich des Erschließungsgebietes als ausreichend zu crachten.

Beim Antreffen von Weichböden in der planmäßigen Sohle sind zusätzliche Maßnahmen zur Bettung der Rohre erforderlich. Dies sollte im Zuge der Bauarbeiten vor Ort durch eine Begutachtung des Materials im Grabenanschnitt nochmals überprüft werden.

Bei eventuellem Antreffen von o.g. ungunstigen Bodenverhältnissen ist ein Bodenaustausch durch güteüberwachtes, kornabgestuftes Schottergemisch (KFI 0/45) oder Mineralbeton, mit einer Mächtigkeit von d = 0,5 x DN Rohr, in den steif - weichen Bereichen als verdrichtet

eingebauter Austausch anzuführen. Das einzubauende Austauschmaterial ist auf $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten.

Hinzuweisen ist darauf, dass die auf der Kanalsohle zu erwartenden bindigen Bodenarten bei Wasserzunt (Niederschlag) und unter Feinwirkung von Beanspruchung (Verdichter etc.) isotrop reagieren und ihre Konsistenz nachteilig verändern und „aufweichen“ können. Entsprechendes ist bei Ausführung der Arbeiten bei schlechter Witterung zu berücksichtigen.

9.1.3 Verfüllen der Kanalgräben

Im Straßenbereich sind die Verdichtungsanforderungen entsprechend der ZTVE-SIB 09 einzuhalten; die Verdichtungsanforderungen sind im Folgenden aufgeführt:

Gemischtkörnige und bindige Böden

97% D_{Pr} , unter Planum bis Leitungssohle GU^* , GT^* , SU^* , ST^* , U , T , OU , OT

97% D_{Pr} jeweils in der Leitungszone

Die im Bereich des Erschließungsgebiets als Aushub anfallenden Böden umfassen die Bodengruppen TL und TM , wobei der Großteil der angetroffenen Böden als TL – Boden eingestuft werden kann. Insgesamt sind derartige Aushubböden vorwiegend schwer verdichtbar (Verdichtbarkeitsklasse $V3$).

Die o.g. Anforderung an die Verdichtung ist erfahrungsgemäß nur bei steifer Konsistenz und nur unter sehr günstigen Einbau- und Wetterbedingungen und unter höherem Verdichtungsanfang für die $V3$ Klassen zu erreichen

Eine Wiederverwendung des anfallenden Aushubes für den Verfüllbereich von Kanalgräben ist aus unserer Sicht somit nicht zu empfehlen.

Für die Grabenverfüllzone kann als Ersatz- und Vorfüllmaterial jedes morfe, verdichtbare und kornabgestufte Schüttmaterial wie z.B. Sand-Kies – oder Sand-Splitt-Schotter – Gemisch eingebaut werden. Möglich wäre für die Verfüllzone auch der Einsatz von gut überwachtem Recyclingmaterial.

Im Bereich der Leitungszone ist generell gut verdichtbares Ersatzschüttmaterial einzusetzen.

Das Verfüllen und Verdichten muss lagenweise und mit geeignetem Verdichtungsgerät erfolgen. Die erreichten Verdichtungsgrade sind nachzuweisen und zu dokumentieren (Plattendruckversuch oder Rammsondierung).

9.1.4 Straßenbaumaßnahmen

Für die Bemessung und Ausführung der Straßen gelten die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-SIB 09.

Die Mindestdicke des Straßenaufbaues hängt neben der Belastungsklasse nach RStO 12 von der Frostempfindlichkeit der im Planum anstehenden Böden ab. Die angefrorenen und im Laborbereich überprüften Böden (Ton, leicht plastisch) sind nach Tabelle 1 der ZTVE-SIB 09 der Frostempfindlichkeitsklasse $F3$ (sehr frostempfindlich) zuzuordnen.

Auf dem Erdplanum soll ein Verformungsmodul von $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden, um darauf einen Standardaufbau nach RStO 12 auszuführen (RStO 12, Abschnitt 3.1.1).

Das Erdplanum wird nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ausschließlich in Lösslehm- und Lössböden verlaufen. Hier ist der nach der RStO 12 geforderte E_{vd} -Wert voraussichtlich nicht zu erreichen. Um eine Standardbauweise nach den Tafeln 1-4 der RStO 12 auszuführen zu können, sind daher Bodenverbesserungsmaßnahmen zu Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums erforderlich. Hierfür kommen folgenden Lösungen in Betracht:

Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln (vgl. ZTVE-SIB 09, dort Abschnitt 12)

Im Hinblick auf die Planung und Ausführung einer Bodenstabilisierung verweisen wir auf das Merkblatt FGSV 351 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen¹.

Da die Lösslehm- und Lössböden aus leicht plastischem Ton bestehen, lassen sie sich erfahrungsgemäß gut stabilisieren. Bei höherem Gehalt organischer Anteile oder bei ausgeprägter Plastizität des Tonens ist die Verbesserung erschwert (erhöhte Bindemittelzugabe, höherer Fräsenaufwand). Neben einer Kalkstabilisierung kommt auch die Verwendung von Kalk-Zement-Gemischen in Betracht. Die Stabilisierung soll mit Hilfe einer Bodenfräse durchgeführt werden, um das Bindemittel homogen einzumischen (Frästiefe $\geq 0,4 \text{ m}$). Durch die Stabilisierung und anschließende Verdichtung wird der Untergrund soweit verbessert, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden kann. Bei fächerichter Ausführung der Arbeiten und einer Tiefe der Verbesserung von mindestens 40 cm werden erfahrungsgemäß häufig auch höhere Werte erzielt. Die geforderte Bindemittelmenge beträgt in der Regel zwischen 3 Gew.-% und 6 Gew.-% (bezogen auf die Trockenmasse des Bodens).

Die Arbeiten zur Bodenverbesserung sind witterungsabhängig. Bei anhaltend nasser Witterung müssen sie unterbrochen werden.

Bodenaustausch

Ein Bodenaustausch kommt dann in Frage, wenn die nicht ausreichend tragfähigen Bereiche im Planum nur eine geringe Dicke und Flächenausdehnung besitzen (Austausch gegen das planmäßige Tragschichtmaterial) oder wenn die Lösslehm- und Lössböden mit weicher Konsistenz nicht für eine Stabilisierung geeignet sind.

¹ Merkblatt über Bodenverfestigung und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrsweesen e. V., Köln, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2004

Beim Bodenaustausch werden die ungeeigneten Böden unterhalb des Planums bis zu einem vorgegebenen Niveau ausgeräumt und durch verdichtetes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Dicke des Bodenaustausches hängt vom Verformungsmodul des Untergrundes und von den Verdehnungseigenschaften des Austauschmaterials ab. Sie soll so bemessen sein, dass an der Oberkante des Austausches (Planum) ein Verformungsmodul von $E_v \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt wird, so dass darauf ein Regelfaßbau nach RSO 12 möglich ist. Die erforderliche Dicke des Bodenaustausches kann mit Hilfe von Bemessungsdiagrammen (z. B. nach F.L.OSS²) abgeschätzt werden. Größere Austauschdicken als 60 cm sind selten gefordert. Am zuverlässigsten kann die erforderliche Dicke des Bodenaustausches auf Testfeldern an Ort und Stelle bestimmt werden.

Ein Bodenaustausch mit nichtbindigem, körnigem Material bietet die Möglichkeit, dass er nahezu witterungsunabhängig ausgeführt werden kann.

In Hinblick auf den Schutz desirdplanums gegen Witterungseinflüsse verweisen wir auf Abschnitt 4.4 der ZTVE-SIB 09.

9.1.5 Aushub

Als Aushub treten die Deckschichten des Löss und Lösslehms auf, die der Bodenklasse 4 zuzuordnen sind (siehe Geologische Profile).

Im Hinblick auf die evtl. Entsorgung von Aushub ist zu empfehlen, rechtzeitig ein Entsorgungskonzept für die Verwertung des abzufahrenden Aushubes vorzubereiten.

10. Empfehlung zur Bebauung

10.1 Bauwerksgründung

Einfach unterkellerte als auch nicht unterkellerte Gebäude können einheitlich auf Einzel- und Streifenfundamenten im natürlichen Untergrund mit mindestens steifer bis halbfester Konsistenz gegründet werden. Diese Voraussetzungen sind bei der geplanten Wohnbebauung (Einfamilienhäuser) voraussichtlich gegeben. In diesem Fall kann für die Bemessung der Fundamente nach DIN 1054:2010-12 ein Bemessungswert des Sohnlwiderstandes von $\sigma_{s, \perp} \leq 120 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

In den Bereichen, in denen mit den planmäßigen Fundamentsohlen der natürliche Untergrund nicht erreicht wird oder Weichböden angetroffen werden, müssen die Fundamente mit tubo-wehrtem Beton vertieft werden (Fundamentvertiefungen).

Bei abweichenden Ausführungen und Einbindertiefen können zulässige Werte auch direkt aus Tabelle A.5 der DIN 1054:2010-1 entnommen werden.

² F.L.OSS, R.: ZTVE-SIB 09 – Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau, 4. Auflage, Bonn 2011 (Kluddebaum-Verlag), Bild 83, S. 330

10.2 Schutz der Bauwerke vor Durchfeuchtung aus dem Untergrund

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel liegt deutlich tiefer als die Gründungsohlen einzelner unterkellerten Gebäude. Unabhängig hiervon kann es zur Ausbildung von Staunässe in den Lösslehm Böden kommen. Eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18195-4 und Dränmaßnahmen nach DIN 4095 sind deshalb eine geeignete Lösung zum Schutz von Gebäuden gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund.

In der Dränage wird kein Grundwasser abgeleitet, sie dient lediglich als Entfeuchtungsdünne. Sie verhindert, dass Niederschlagswasser in die Arbeitsraumverfüllung gelangt und in den gering durchlässigen Böden nicht rasch zur Tiefe versickern kann, aufgestaut wird. Das Dränsystem muss rücktaufrei in einen Frischwasserkanal oder einen offenen Graben entwässern können. Ein Anschluss an einen Mischwasserkanal wird in der Regel nicht gestattet. Wenn kein rücktaufreier Anschluss an eine Frischwasserkanal oder einen Graben möglich ist, empfiehlt es sich, auch in diesem Fall die Untergeschosse als wasserdichte Wannen auszubilden.

Die erforderliche Dränsticht kann als mineralische Schüttung (kornabgestufte Mineralstoffe, Splitt), mit Einzelelementen (Dränsteinen oder Dränplatten) oder mit Verbundelementen (Dränmatten aus Kunststoff) hergestellt werden. Generell ist zum Schutz des Grundwassers gegen Oberkante Gelände abzudichten, um den raschen Zufluss von Oberflächenwasser in tiefer liegenden Schichten zu verhindern.

In Bereichen, wo Befestigungsfächen (Parkplätze, Wege) bis ans Bauwerk reichen, erfolgt diese Abdichtung durch den Belag. In anderen Bereichen ist gegen OK Gelände bindiger, gering durchlässiger Boden einzubauen. Hierfür kann beim Aushub anfallender Lösslehm von mindestens steifer Konsistenz verwendet werden.

10.3 Baugruben

Der Aushub der Baugruben sollte nach Möglichkeit mit Bagger im Vor-Kopie-Vorfahren durchgeführt werden, um eine dynamische Belastung der Baugrubensohle zu vermeiden. Bei Belastung durch schwere Raufahrzeuge verliert der Löss durch das Zerstören des Kornverbunds seine ansonsten ausreichende Tragfähigkeit und geht in einen weichen-breitigen Zustand über.

Bei der Anlage der Baugruben mit Böschungshöhen von über 1,75 m Höhe sollten die folgenden Neigungen eingehalten werden:

Löss und Lösslehm, steif und halbfest	60°
Löss und Lösslehm, weich	< 45°

Böschungen unter 1,25 m können im Allgemeinen senkrecht, bis 1,75 m können die oberen 0,5 m mit der aufgezogenen Neigung angelegt und die unteren 1,25 m wieder senkrecht gebösch werden.

Zum Auffangen bzw. Abpuffern von Starkregenereignissen sind entsprechend dimensionierte Kanalarflüsse einzuplanen. Zur rascheren Ableitung des Oberflächenwassers wird empfohlen, die Versickerungsflächen durch lagenweisen Einbau von kornabgestuften mineralischem Material (Splittgemische) herzustellen (siehe Arbeitsblatt DWA-A 138).

Beachtet werden muss, dass im Laufe der Zeit durch Eintrag und Einschlämmung von Feinanteilen (z. B. Staub, feinkörniger Schluff) die Versickerungsleistung deutlich vermindert werden kann. Deshalb ist eine gewisse Pflege, z. B. das Entfernen von Laub, Erhalten der Pflanzendecke und Auflockerung von verdichteten Flächen, von Zeit zu Zeit erforderlich. Werden mineralische Filterschichten eingebaut so muss voraussichtlich in einem zehnjährigen Zeitraum mit dem Austausch des eingebauten Materials gerechnet werden.

Zu den Gebäuden und Grenzen sind ausreichende Abstände der Versickerungseinrichtungen einzuhalten, um außerhalb des Strömungsbereichs des Sickerwassers zu bleiben³.

12. Schlussbemerkung

Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage von fünf Schürflurgruppen und zwei Versickerungsversuchen beschrieben und beurteilt. Alle Angaben beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet und sind nicht auf andere Bereiche übertragbar.

Sollte in Zuge der Erarbeiten Fragen auftreten oder vom Gutachten abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen werden, bitten wir um Mitteilung, damit kurzfristig die notwendigen Entscheidungen getroffen und die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

Jürgen Schmidt

**Jürgen Schmidt
Dipl.-Geologe**

³ DWA-A 138, Abschnitt 3.2.2.

Ferner wird empfohlen die Böschungen durch stabile Folien oder andere geeignete Materialien vor Witterungseinflüssen (Vermassung bzw. Austrocknung und dadurch Verringering der Standfestigkeit) zu schützen. Böschungskronen sind lastfrei zu halten (DIN 4124 ist zu beachten).

Für den in den Baugrubensohlen anstehenden Löss ist zu beachten, dass dieser bei Wasserzutritt rasch in eine weiche Konsistenz übergeht und dabei seine Tragfähigkeit verliert. Es sind daher, insbesondere bei schlechten Witterungsverhältnissen Maßnahmen zur Stabilisierung der Baugrubensohle erforderlich. Es wird deshalb empfohlen, unmittelbar nach dem Aushub eine kapillarbrechende Filterschicht (Kies) einzubauen.

Darüber hinaus ist während der Bauzeit zuzuführendes Schicht- und Tagwasser in Abzugsgräben zu fangen, in einem Pumpensumpf zu sammeln und gemäß den Einleitungsrichtlinien der Stadt Völlingen abzuleiten.

11. Versickerung von Niederschlagswasser

In die Planung der Baugebietserschließung ist ein System für das Auffangen und die Versickerung von Oberflächenwasser vorgesehen. Dabei soll Regenwasser, das auf Dachflächen anfällt, auf ausgewiesenen Grundstücksbereichen abgeleitet werden, um dann durch flächiges Versickern über die belebte Bodenfläche dem natürlichen Untergrund zugeführt zu werden. Zur Beurteilung der Versickerbarkeit der Böden wurden deshalb im Erschließungsgebiet Versickerungsversuche durchgeführt.

Dazu wurden an zwei Stellen zwei etwa gleich große Mulden ausgehoben (VM1, VM2, siehe Anlage 2). In den mit ca. 1 m³ Trinkwasser gefüllten flachen Gruben wurde das Absinken des Wasserspiegels beobachtet und gemessen (vgl. Anlage 5).

Die in den Feldversuchen ermittelten Wasserdurchlässigkeiten ergaben folgende Ergebnisse:

Untersuchungsstelle	VM 1	VM 2
Durchlässigkeitsbeiwert $k_{r,0}$	$1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	$3,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

⁴ Messverfahren: Feldmethode, ungesättigte Zone

Zur Zielsetzung der Versickerung von Oberflächenwasser sind Böden geeignet, die einen großen Durchlässigkeitskoeffizienten ($k_r > 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) aufweisen⁴. Außerdem muss ein genügend großer Grundwasserabstand gegeben sein. Für die Bereiche der durchgeführten Schürflurgruben kann dabei ein Grundwasserabstand von größer 5 m unter GOK angenommen werden.

Bei den Feldversuchen wurden in den Lössböden Wasserdurchlässigkeiten von $k_{r,0} = 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ bis $k_{r,0} = 3,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ermittelt. Die im Untergrund des Baugebiets anstehenden Böden sind für eine Versickerung von Oberflächenwasser noch geeignet.

⁴ Nach DWA-A 138, Abschnitt 3.1.3 liegt der für Versickerungen entwässerungstechnisch relevante Bereich der Durchlässigkeit des Untergrund etwa bei $k_r = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $k_r = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Lage der Untersuchungsgebiets
TK 7019 Blatt Mühlacker

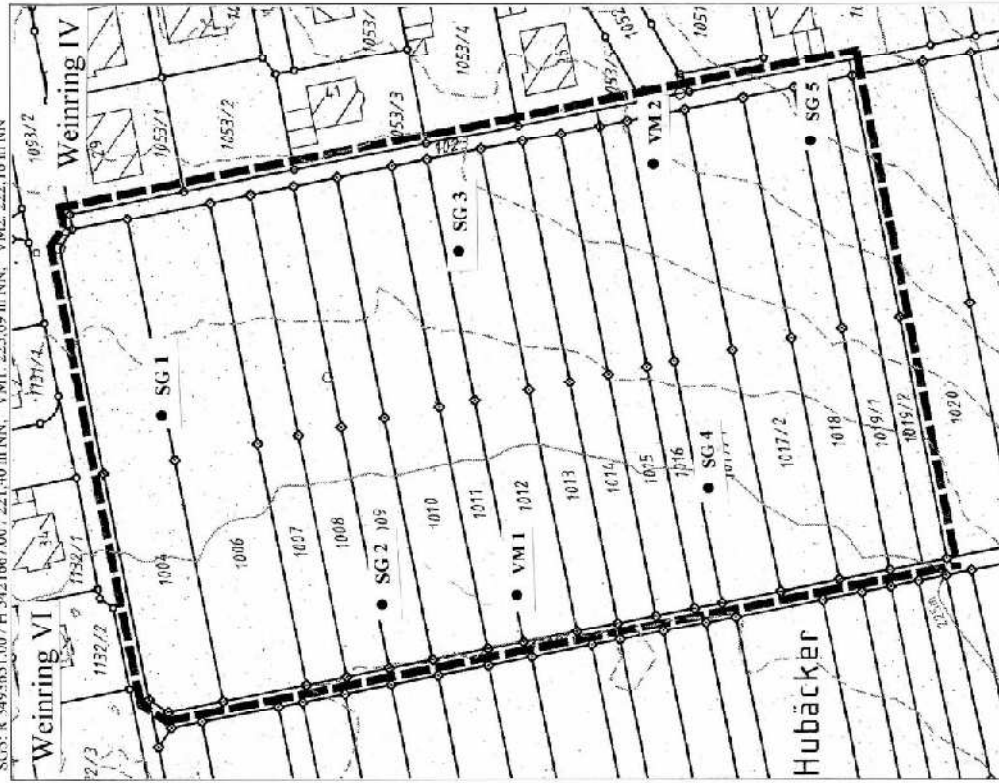
Maßstab 1 : 25 000

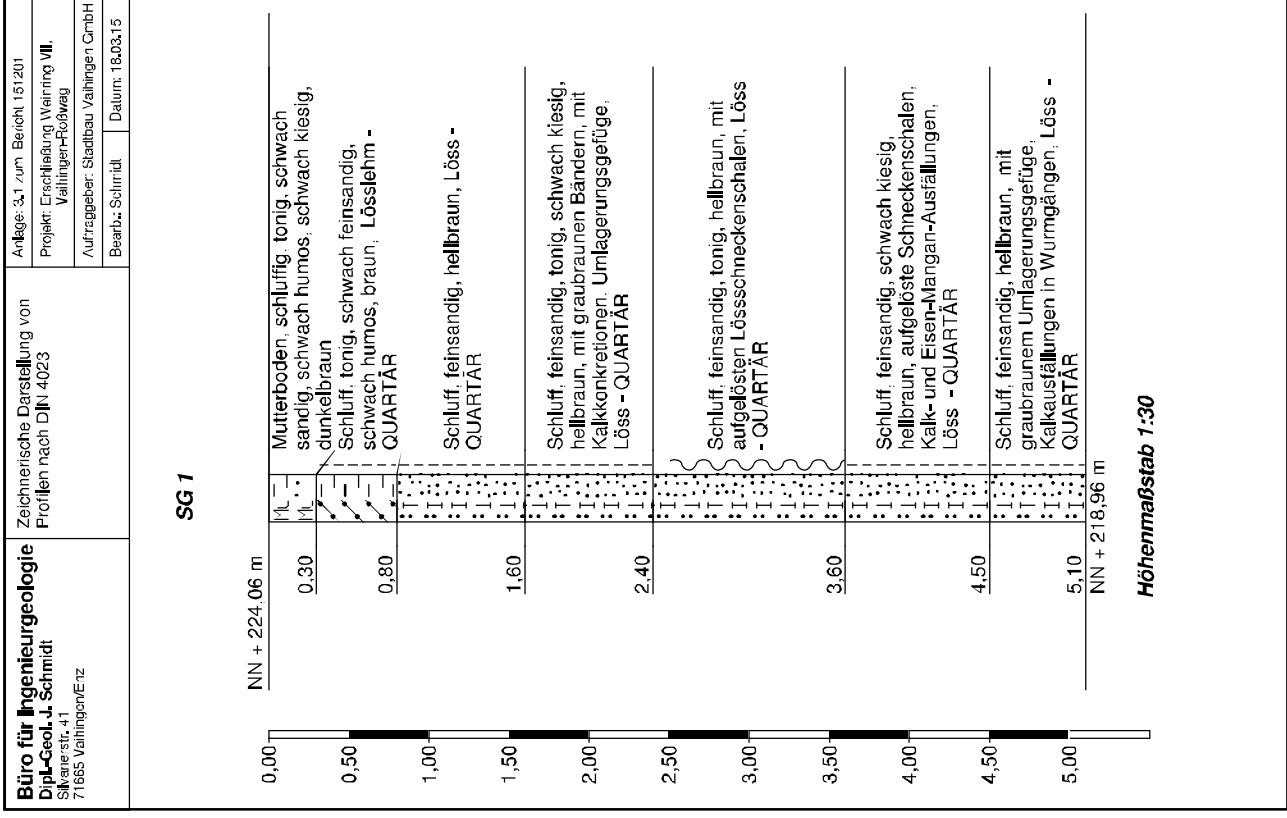


Lage der Untersuchungspunkte

Maßstab ca. 1 : 1000

SG = Schürgrube, VG = Versteckgrube
SG1: R. 3493594.00 / E. 5421806.00 / H. 5421760.00 / H. 5421760.00 / 225.59 m NN;
SG3: R. 3493633.00 / H. 5421745.00 / 223.69 m NN; SG4: R. 3493577.00 / H. 5421690.00 / 224.99 m NN;
SG5: R. 3493651.00 / H. 5421667.00 / 221.40 m NN; VM1: 225.69 m NN; VM2: 222.16 m NN





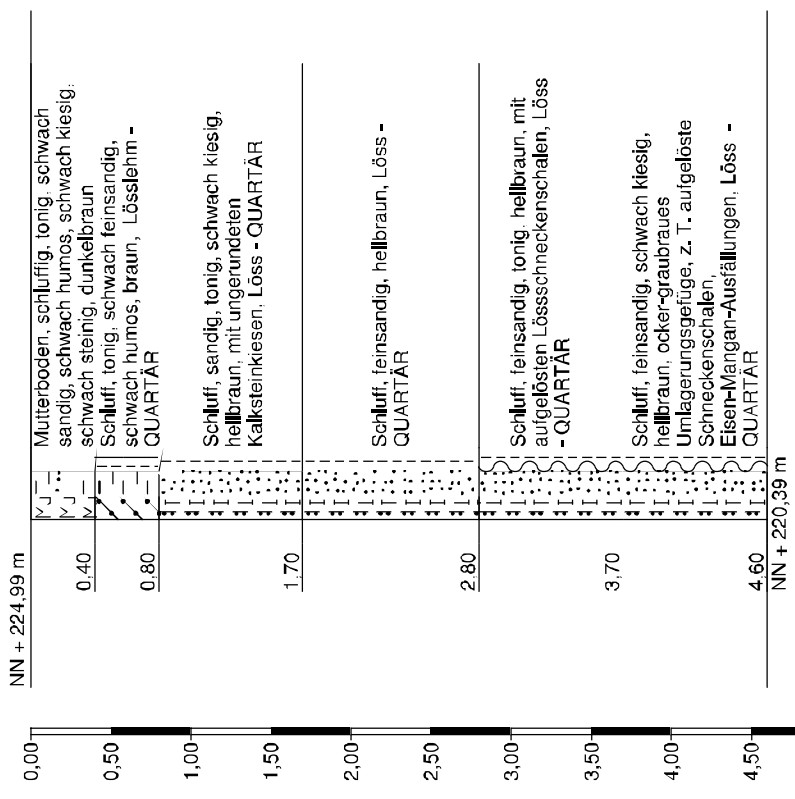
Schichtprofile der Schürferuben

Büro für Ingenieurgeologie
Dipl.-Geol. J. Schmidt
 Silvanestr. 41
 71665 Vaihingen/Enz

Zeichnerische Darstellung von
 Profilen nach DIN 4023

Anlage: 3,47 m Bericht 151201
 Projekt: Erschließung Vaihingen VII,
 Vaihingen-Rößweg
 Auftraggeber: Stadtbau Vaihingen GmbH
 Bearb.: Schmidt Datum: 18.03.15

SG 4



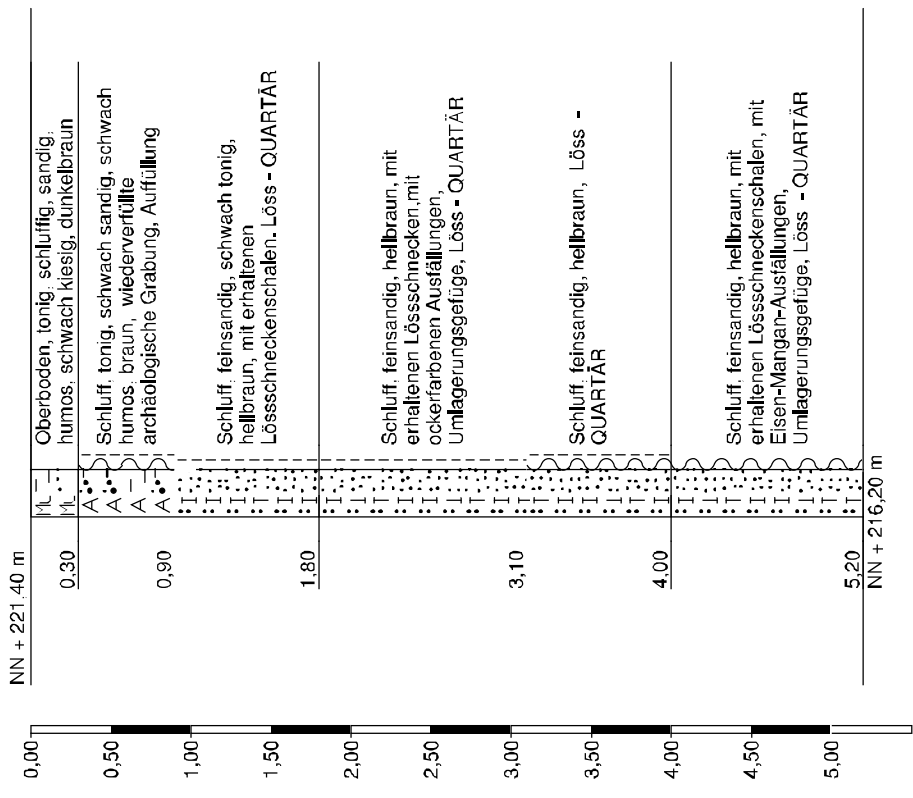
Höhenmaßstab 1:30

Büro für Ingenieurgeologie
Dipl.-Geol. J. Schmidt
 Silvanestr. 41
 71665 Vaihingen/Enz

Zeichnerische Darstellung von
 Profilen nach DIN 4023

Anlage: 3,5 zum Bericht 151201
 Projekt: Erschließung Vaihingen VII,
 Vaihingen-Rößweg
 Auftraggeber: Stadtbau Vaihingen GmbH
 Bearb.: Schmidt Datum: 18.03.15

SG 5



Höhenmaßstab 1:30

Laboruntersuchungen












<p>Büro für Ingenieurgeologie Dipl.-Geol. J. Schmidt Silkenerstr. 41 71665 Vaihingen/Enz</p>	<p>Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023</p>	<p>Anlage: 3,6 zum Bericht 151201 Projekt: Erschließung Weinning VII, Vaihingen-Röfswag Auftraggeber: Stadtbau Vaihingen GmbH Bearb.: Schmidt Datum: 18.03.2015</p>
<p><u>Boden- und Felsarten</u></p> <p>  Lösslehm, Löl  Mutterboden, Mu  Auffüllung, A  Feinsand, fs, feinsandig, fs  Löß, Lö  Ton, T, tonig, t  Sand, S, sandig, s </p> <p><u>Korngrößenbereich</u> f - fein <u>Nebenteile</u> · - schwach (<15%) m - mittel - - stark (30-40%) g - grob</p> <p><u>Konsistenz</u>  weich  steif  halbfest  fest </p>		

Tabelle 1 Bodenkennwerte:

Probe-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Aufschluss-Nr.	SG1	SG1	SG1	SG2	SG2	SG2	SG3
Entnahmetiefe unter OK [m]	1,0	2,5	4,0	0,6	2,6	4,5	1,3
Nat. Wassergehalt w_n [%]	14,4	22,1	15,8	20,6	22,7	15,0	15,1
Wassergehalt an der Ausrollgrenze w_a [%]		20,2		19,4			
Wassergehalt an der Lieblegrenze w_l [%]		25,0		34,4			
Plastizitätszahl I_p		4,8		15,0			
Konsistenzzahl I_c		0,601		0,920			
Zustandsform		weich		steif			
Bodenart		Ton TL	Ton TL	Ton TL	Ton TL	Ton TL	Ton TL
Feuchtelehre γ [kN/m ³]	20-21	19-19,5	20	20	19-20	20	20-21
Kohäsion c [kN/m ²]	2-4	0	2-3	2-3	1-2	2-3	2-4
Reibungswinkel φ [Grad]	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Streifenmodul E_s MN/m ²	5-8	2	3-5	4-5	2-4	3-5	5-8

Beschreibung der Bodenproben:

- Nr. 1 - **Löss**, Schluff, feinsandig, hellbraun, steif-halbfest
- Nr. 2 - **Löss**, Schluff, feinsandig, tonig, hellbraun, weich, mit aufgelösten Schalen von Lössschnecken
- Nr. 3 - **Löss**, Schluff, feinsandig, schwach kiesig, hellbraun, steif, mit aufgelösten Schalen von Lössschnecken, mit Kalkkondretionen, mit Eisen-Mangan-Ausfällungen
- Nr. 4 - **Lösslehm**, Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach humos, braun, steif
- Nr. 5 - **Löss**, Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig, hellbraun, weich-steif, mit graubraunen Schlieren, mit Kalkkondretionen, Umlagerungsgefüge
- Nr. 6 - **Löss**, Schluff, feinsandig, hellbraun, steif, mit graubraunen Schlieren, Kalkausfällungen in Wurmgängen, Umlagerungsgefüge Lössschnecken
- Nr. 7 - **Löss**, Schluff, feinsandig, hellbraun, steif-halbfest

Tabelle 2 Bodenkennwerte:

Probe-Nr.	8	9	10	11	12	13	14
Aufschluss-Nr.	SG3	SG3	SG4	SG4	SG5	SG5	SG5
Entnahmetiefe unter OK [m]	2,3	3,7	1,3	2,7	1,4	3,1	4,7
Nat. Wassergehalt w_n [%]	17,3	20,0	13,6	17,3	16,7	21,6	23,2
Wassergehalt an der Ausrollgrenze w_a [%]						22,1	
Wassergehalt an der Lieblegrenze w_l [%]						26,9	
Plastizitätszahl I_p						4,8	
Konsistenzzahl I_c						1,104	
Zustandsform						halbfest	
Bodenart		Ton TL	Ton TL	Ton TL	Ton TL	TL	Ton TL
Feuchtelehre γ [kN/m ³]	20	20	20-21	20-21	20-21	21	19
Kohäsion c [kN/m ²]	2	2	2-5	2-5	3-5	5	0
Reibungswinkel φ [Grad]	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
Streifenmodul E_s MN/m ²	3-5	3-5	5-8	5-8	5-8	8-10	2

Beschreibung der Bodenproben:

- Nr. 8 - **Löss**, Schluff, tonig, feinsandig, hellbraun, steif, mit braunen umgelagerten Bodenanteilen
- Nr. 9 - **Löss**, Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig, hellbraun, steif, mit Kalkkondretionen, Kalkausfällungen in Wurmgängen, Eisen-Mangan-Ausfällungen
- Nr. 10 - **Löss**, Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig, hellbraun, steif-halbfest, mit ungerundeten Kalksteinklößen
- Nr. 11 - **Löss**, Schluff, feinsandig, tonig, schwach kiesig, hellbraun, steif-halbfest
- Nr. 12 - **Löss**, Schluff, feinsandig, hellbraun, steif-halbfest, mit Kalkkondretionen
- Nr. 13 - **Löss**, Schluff, tonig, schwach feinsandig, gelbbraun, halbfest, mit erhaltenen Schalen von Lössschnecken, mit Eisen-Ausfällungen, Umlagerungsgefüge
- Nr. 14 - **Löss**, Schluff, feinsandig, hellbraun, weich, mit erhaltenen Schalen von Lössschnecken, mit Eisen-Mangan-Ausfällungen, Umlagerungsgefüge

Feldversuch zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit			
Prüfungs-Nr.: 151201-01	Anlage: 5		
Projekt: Erschließungsgebiet Weinring VII	Bericht-Nr.: 151201		
Vaihingen-Rolsvög			
Ausgeführt durch: Schmidt	Aushubtiefe: ca. 1,1 m		
vom 12.03.2015	Boden: Löss		
bis 13.03.2015			
Lage der Untersuchungsstellen: Flurstück Nr. 1012 1017/1			
Verickerungsmühle/ Bezeichnung	VM1	VM2	
Seitenlänge an Sohle in m	1,70	1,50	
Seitenbreite an Sohle in m	1,50	1,30	
Volumen Wasser ca. in m ³	1,00	1,00	
Wasserstand zu Beginn in m	0,50	0,58	
nach	1 Std. 0,44	0,50	
	4 Std. 0,35	0,36	
	8 Std. 0,24	0,16	
	20 Std. 0,12	0,00	
	24 Std. 0,05	0,00	
Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert	k _s in m/s	5,2E-06	1,9E-05
Mit Korrekturwert 1,2x (für Feldmethoden in der ungesättigten Zone)	k _{sa} in m/s	1,0E-05	3,0E-05

gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138, 04/2005:
Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Tabelle, B.1

