



TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Klosterstraße 34

72793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

**Baugrundgeologisches
Übersichtsgutachten
Erschließungsgebiet
"Halde V",
Weinstadt-Endersbach**

Februar 2017



Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten Erschließungsgebiet "Halde V" Weinstadt-Endersbach

Februar 2017

Auftraggeber:

***LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH
Bauland und Projektentwicklung
Fritz-Elsas-Straße 31***

70 174 Stuttgart

Auftragnehmer:

**TerraConcept Consult GmbH
Klosterstraße 34**

72 793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

E-Mail: terraconceptconsult@versanet.de



Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkungen.....	1
2 Lage und Beschreibung.....	1
3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick.....	2
4 Durchgeführte Untersuchungen.....	4
5 Beschreibung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse.....	4
5.1 Ergebnisse der Rammkernbohrungen.....	4
5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen	5
5.3 Grund- und Sickerwasserverhältnisse.....	6
5.4 Zustandsgrenzen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen	6
5.5 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300	8
5.6 Bodenmechanische Kennwerte.....	9
5.7 Beurteilung der Verformungseigenschaften und Tragfähigkeit des Untergrundes.....	10
6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung	11
6.1 Leitungsräben	11
6.2 Rohraufleger	12
6.3 Grundwasser bzw. Oberflächenwasser	12
6.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial	13
6.5 Verfüllung der Kanalgräben	13
6.6 Anlage von Verkehrsflächen	13
7 Hinweise für die zukünftige Bebauung	15
8 Versickerung von Niederschlagswasser	16
9 Erdbebenzone	16
10 Schlussbemerkungen	17



Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte mit Lage des Untersuchungsgebietes.....	2
Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7122 Winnenden (vergrößert).....	3

Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1: Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122.....	7
Tab. 2: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300.....	8
Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	9
Tab. 4: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf tonig-schluffigen und tonigen Böden nach DIN 1054	10

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte
- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Rammkernsondierungen
- Anlage 3: Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen
- Anlage 4: Laborprotokolle zur Bestimmung der Zustandsgrenzen



1 Vorbemerkungen

Die Stadt Weinstadt plant zusammen mit der LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH als Erschließungsträger die Entwicklung und Erschließung des Baugebiets "Halde V" im Gewann Junkeräcker am südwestlichen Rand des Stadtteils Endersbach. Die TerraConcept Consult GmbH erhielt im Januar 2017 den Auftrag, die Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet zu erkunden und ein geotechnisches Übersichtsgutachten zu erarbeiten. Zur Bearbeitung des Auftrags standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

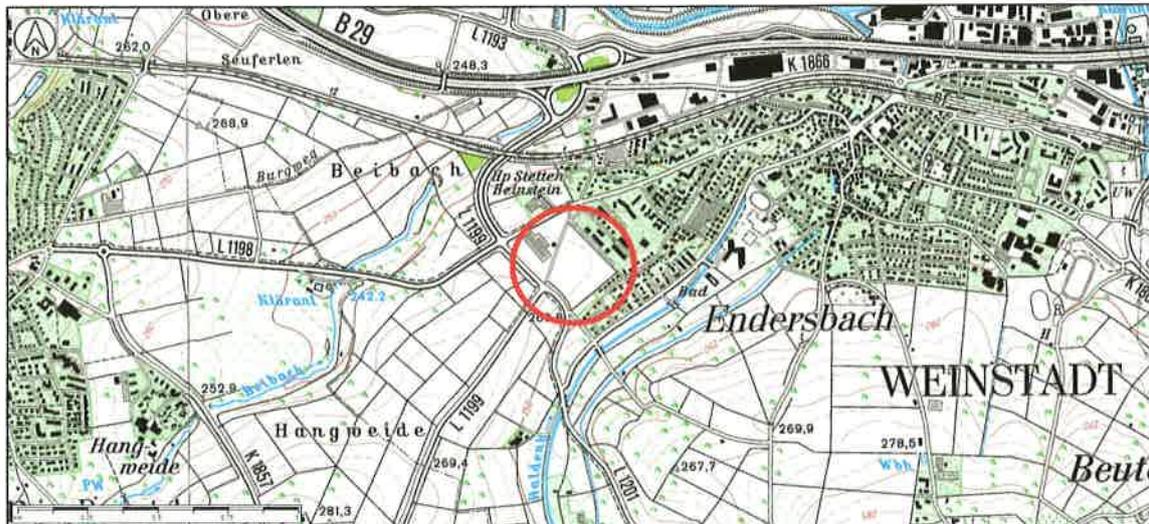
- Städtebauliches Konzept Baugebiet Halde V, Maßstab 1 : 2 000. Baldauf Architekten und Stadtplaner, Stuttgart; Stand 16.11.2016.
- Entwicklungsszenarien Baugebiet Halde V - Szenario 3, Maßstab 1 : 2 000. Baldauf Architekten und Stadtplaner, Stuttgart; Stand 08.08.2016.
- Auszüge aus den GIS der Stadt Weinstadt, Maßstab 1 : 2 500; erstellt am 23.03.2015 und 04.08.2016.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7122 Winnenden, mit Erläuterungen, Maßstab 1 : 25 000. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg.
- Topographische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, ohne Blattschnitt. Digitale Ausgabe.

2 Lage und Beschreibung

Das geplante Wohngebiet "Halde V" liegt im Gewann Junkeräcker am südwestlichen Rand von Weinstadt-Endersbach (s. Abb. 1). Die Fläche beträgt insgesamt ca. 42 000 m². Das Gebiet wird derzeit größtenteils landwirtschaftlich genutzt. Das Gelände ist weitgehend eben. Die mittlere Geländehöhe liegt nach der topographischen Karte bei ca. 257,50 m ü. NN.

Das städtebauliche Konzept sieht eine Bebauung mit Einfamilien-, Doppel-, Reihen- und Kettenhäusern in Geschossbauweise vor. Die Erschließung soll über den nördlich gelegenen Verkehrsknoten Rommelshäuser Straße/Liedhornstraße erfolgen.

**Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte
mit Lage des Untersuchungsgebietes**



3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7122 Winnenden, stehen im Bereich des Erschließungsgebietes quartäre Löss und Lösslehme über Tonen, Tonsteinen und Tonmergeln des Gipskeupers (km1) an (s. Abb. 2).

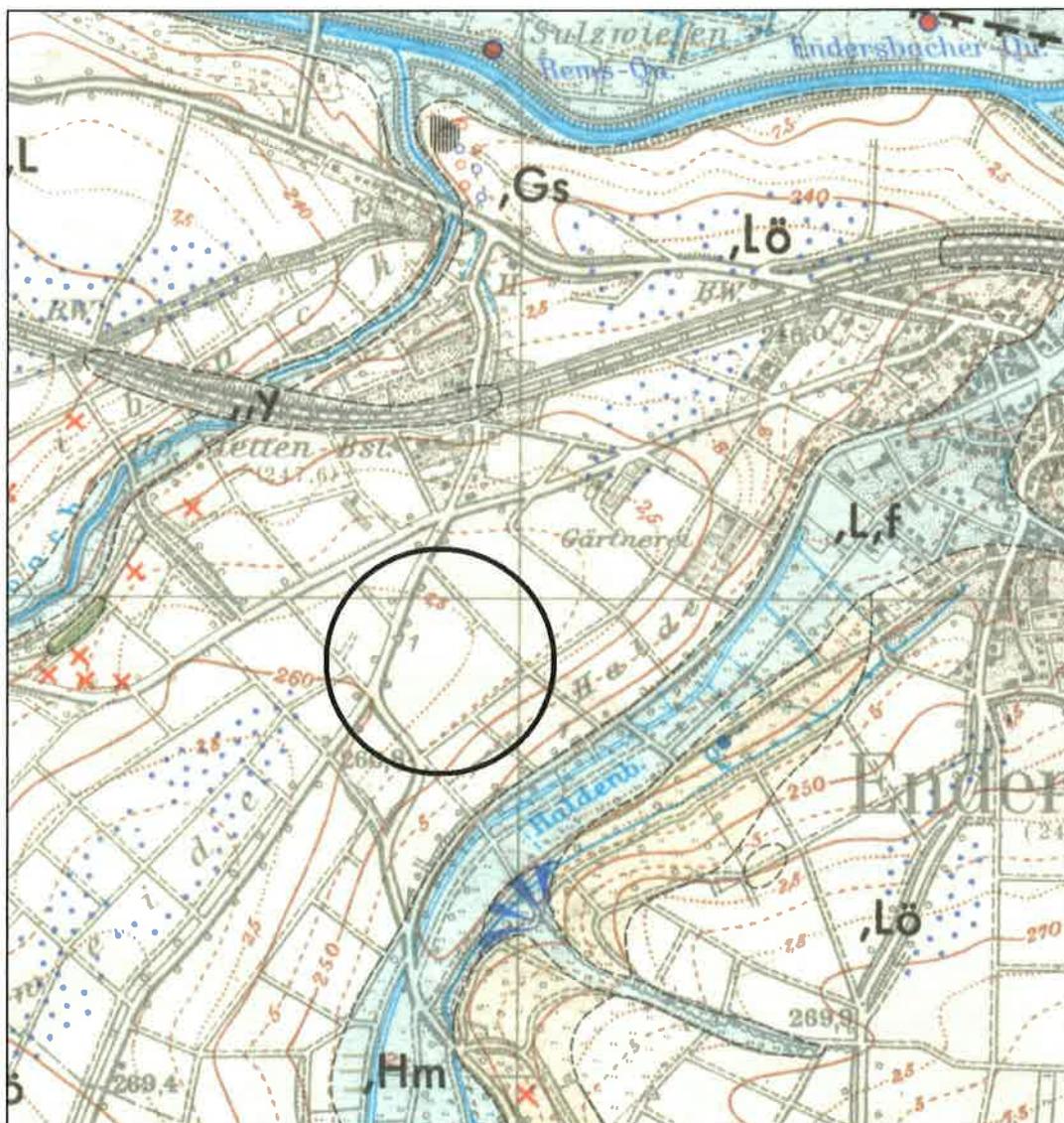
Löss bezeichnet den in pleistozänen Kaltzeiten angewehten Schluff. Löss ist hellgelb bis gelblichbraun, wasserdurchlässig, porös und im oberen Bereich kalkreich. Durch Verwitterungsvorgänge wurde der Löss zum Teil flächenhaft entkalkt, wodurch der Lösslehm entstand. Dieser ist meist hell- bis ockerbraun, enthält wenig bis keinen Kalk, ist nicht porös und daher relativ wasserundurchlässig. Entsprechend den Ablagerungsbedingungen während der Eiszeiten können mehrere durch warmzeitliche Bodenbildung getrennte Lösslehmdecken übereinander liegen.

Der Gipskeuper besteht aus ziegelroten, grünlichgrauen, grauen und ockerfarbenen Tonsteinen mit Gips- und Steinmergeleinlagerungen. Die Restmächtigkeit des Gipskeupers beträgt im Untersuchungsgebiet noch ca. 20 bis 25 m.

Niederschlagswasser versickert in der Regel wegen der wasserstauenden Lösslehmdecken nur in geringen Mengen und aufgrund des hohen Retentionsvermögens auch nur sehr langsam. Bei bindigen Böden ist zu beachten, dass ein relativ hoher Anteil des Bodenwassers als unbewegliches Haftwasser vorliegt. Das bedeutet, dass Boden mit einem hohen Tonanteil zwar gut Wasser aufnehmen kann, dieses aber nur sehr schwer wieder abgibt. Beim Anschneiden von schluffigen Böden mit geringem oder fehlendem Tonanteil kann dagegen gespeichertes Sickerwasser ausfließen.

Die als "veränderlichfest" zu charakterisierenden Ton- bzw. Tonschluffsteine des Gipskeupers sind in Oberflächennähe bzw. im Kontaktbereich zur Lösslehmüberdeckung durch Verwitterung entfestigt und zu mehr oder weniger schluffigem Ton mit unterschiedlicher Konsistenz verwittert. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und die Gipskeuper-Schichten gehen in stückigen Tonstein über. Insbesondere im Grenzbereich Locker-/Festgestein (Verwitterungsstufe V3) ist mit dem Auftreten von Schichtwasser zu rechnen.

Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7122 Winnenden (vergrößert)





4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Plangebiet wurden fünf Rammkernbohrungen (\varnothing 50 mm) bis maximal 6,0 m Tiefe sowie sechs Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis maximal 9,4 m unter Gelände ausgeführt. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in einem Lageplan in der Anlage 1 verzeichnet.

Die in den Rammkernbohrungen erschlossenen Schichten wurden nach DIN 4023 aufgenommen und beschrieben. Die Ergebnisse sind der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 3 graphisch und tabellarisch dargestellt.

An insgesamt drei Bodenproben aus den Rammkernsondierungen wurden die Konsistenzgrenzen nach DIN 18127 ermittelt. Die Laborprotokolle der bodenmechanischen Untersuchungen sind als Anlage 4 beigelegt.

Zur Überprüfung der Möglichkeiten für eine Versickerung von Niederschlagswasser wurde die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten über die Bestimmung der Bodenarten näherungsweise abgeschätzt. Auf die Durchführung von Versickerungsversuchen wurde verzichtet, da bereits nach der Bodenansprache die Voraussetzungen für eine Versickerung nicht gegeben waren.

5 Beschreibung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Ergebnisse der Rammkernbohrungen

Die insgesamt fünf im Bereich des Erschließungsgebietes niedergebrachten Rammkernbohrungen ergaben relativ einheitliche Untergrundverhältnisse. An allen Untersuchungspunkten wurde bis zur Endtiefe Lösslehm festgestellt. Lediglich bei den Rammkernbohrungen RKS-1 und RKS-2 deutet sich durch eine rötlich-braune Verfärbung ab ca. 5,5 m unter Gelände der Verwitterungslehm des Gipskeupers an.

Die Mächtigkeit des meist nur schwach humosen, durchwurzeltten Oberbodens beträgt durchschnittlich ca. 30 cm. Unter dem Oberboden folgt dann bei allen Rammkernbohrungen bis zur Endtiefe steinfreier Lösslehm. Bei dem Lösslehm handelt es sich um meist schwach tonigen Schluff. Nur oberflächennah ist durch Bodenbildung ein etwas höherer Tonanteil enthalten. Die Konsistenz des Lösslehmes ist überwiegend abwechselnd schwach steif, steif und stark steif. Im Aufarbeitungshorizont mit Gipskeupermaterial an der Basis der Lösslehmüberdeckung kann bereichsweise auch eine steife bis halbfeste Konsistenz erreicht werden.

In den Rammkernbohrungen wurde kein Grund- oder Sickerwasserzustrom beobachtet.



5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen

Zur Feststellung der Konsistenz bzw. der Lagerungsdichte der anstehenden Baugrundsichten und zur Korrelation der Ergebnisse der Rammkernbohrungen wurden sechs Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in Tiefen von maximal 9,4 m unter Gelände niedergebracht. Grundlage für die Auswertung von Rammsondierungen ist die DIN 4094. In der graphischen Darstellung des Sondierverlaufes können die einzelnen Horizonte mit unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften unterschieden werden (s. Anlage 3). Die Konsistenz kennzeichnet den jeweiligen Quellungs- bzw. Schrumpfungszustand eines Bodens und ist von der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. Wenn kein zusammenhängendes Bodengefüge vorhanden ist, weisen die Schlagzahlen der Rammsondierungen auf die Lagerungsdichte der einzelnen Bodenaggregate hin.

Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und der Abgleich mit den Ergebnissen der Rammkernbohrungen zeigen, dass bei weitgehend steinfreien, schwach bindigen Lössböden von folgender Zuordnung der Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde zur Konsistenz ausgegangen werden kann:

<u>Schlagzahl</u>	<u>Konsistenz</u>
1 - 2	schwach steif
2 - 3	steif
3 - 4	stark steif
4 - 5	steif bis halbfest

Bei über 5 Schlägen für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde ist mehr oder weniger verwitterter Gipskeuper zu vermuten. Bei Gipskeuper kann die Zuordnung der Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde zur Konsistenz wie folgt vorgenommen werden:

<u>Schlagzahl</u>	<u>Konsistenz</u>
5 - 7	steif bis halbfest
8 - 10	halbfest
> 10	halbfest bis fest und fest

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist auch zu beachten, dass weiche, weiche bis steife und schwach steife sowie sehr locker, locker und locker bis mitteldicht gelagerte Bodenhorizonte und unverdichtet eingebrachte Auffüllungen für eine Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten nicht geeignet sind. Um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden, sollten zudem alle zusammenhängenden Gebäudeteile auf Böden mit gleicher oder zumindest nahe- liegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen. Ebenfalls zu beachten ist, dass bei tonig-bindigem Boden und einer Gründung über Streifen- und Einzelfundamente die Fundamente mindestens 1,8 m unter die spätere Geländeoberfläche einbinden müssen, um eine schrumpfungssichere Gründung zu erhalten.



Die Lösslehmüberdeckung weist in den Sondierungen **SRS-2 bis SRS-6** bis in Tiefen zwischen ca. 5,0 m und 5,5 unter Gelände mit Schlagzahlen zwischen 1 und 4 je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde eine abwechselnd schwach steife, steife und stark steife Konsistenz auf. Bei **SRS-1** wurden noch bis in eine Tiefe von ca. 6,8 m unter Gelände steife und stark steife Bodenschichten nachgewiesen. Insbesondere im Tiefenbereich zwischen ca. 2,0 m und 3,5 m unter Gelände wurde mit 1 und 2 Schlägen für 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde eine für Lösslehm typische verminderte Konsistenz verzeichnet. Die Verringerung der Konsistenz bis in diese Tiefen ist vermutlich auf gespeichertes Sickerwasser zurückzuführen.

Felsartige, nicht mehr bzw. kaum noch rammbare Schichten wurde bei einer Erkundungstiefe von maximal 9,4 m unter Gelände nicht erreicht. Ein teils kontinuierliches und teils nur kurzfristiges Ansteigen der Schlagzahlen auf ≥ 15 Schläge bei den Sondierungen SRS-2, SRS-5 und SRS6 in Tiefen zwischen ca. 7,0 m und 7,4 m unter Gelände deuten auf steinige Verwitterungsreste hin. Ansonsten sind die anstehenden Gipskeuper-Schichten bis zu den jeweiligen Endtiefen überwiegend abwechselnd als steif bis halbfest, halbfest und halbfest bis fest einzustufen. Nur bei SRS-4 ist zwischen ca. 7,0 m und 7,4 m auch ein Bodenhorizont vorhanden, dem lediglich eine steife Konsistenz zugeordnet werden kann.

In den Sondierlöchern der Rammsondierungen wurde kein Zustrom von Grund-, Schicht- oder Sickerwasser festgestellt.

5.3 Grund- und Sickerwasserverhältnisse

Im Bereich des Erschließungsgebietes muss nach niederschlagsreichen Perioden bei einem Anschneiden des Lösslehms bzw. der Übergangszone vom Lösslehm zum Verwitterungslehm mit einem Sickerwasseraustritt aus staunassen, aufgeweichten Bodenhorizonten gerechnet werden. Gleichfalls ist ein Anschneiden von wasserführenden Felddrainagen möglich. In tieferen Lagen können festere Bereiche im Tonmergelstein des Gipskeupers schichtgebundenes Grundwasser führen.

5.4 Zustandsgrenzen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

Zur Bestimmung der Konsistenzgrenzen des Lösslehms und der Zuordnung zu einer Bodengruppe wurden aus den Rammkernbohrungen RKS-1, RKS-2 und RKS-4 Bodenproben zur Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 entnommen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt (s. a. Anlage 4).

**Tab. 1: Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122**

Entnahmestelle	RKS-1 / P-1	RKS-2 / P-1	RKS-4 / P-1
Tiefe (m u.GOK)	2,5 - 3,0	2,5 - 3,0	2,5 - 3,0
Bodenart	Schluff, schwach tonig	Schluff, schwach tonig	Schluff, schwach tonig
Wassergehalt w	20,9 %	20,7	20,5
Fließgrenze w _L	33,4 %	32,2	31,9
Ausrollgrenze w _P	21,0 %	21,1	19,7
Plastizitätszahl I _P	12,4 %	11,1	11,5
Konsistenzzahl I _C	1,01	1,03	0,99
Bodengruppe	TL	TL	TL
Zustandsform	steif bis halbfest	steif bis halbfest	steif bis halbfest

Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ergibt für den Lösslehm in Form von schwach tonigem Schluff bei steifer bis halbfester Konsistenz bei allen drei Proben noch eine Einstufung in die Bodengruppe der leichtplastischen Tone (TL). Die Abgrenzung sowohl zwischen leichtplastischen Tonen und mittelplastischen Tonen als auch zwischen leichtplastischen Tonen und mittelplastischen Schluffen verläuft bei einer Fließgrenze von 35 %. Die bestimmten Fließgrenzen bei 33,4 %, 32,2 % und 31,9 % Wassergehalt zeigen, dass es sich um Boden im Grenzbereich zwischen leichtplastischen Tonen, mittelplastischen Tonen und mittelplastischen Schluffen handelt. Insbesondere ist bei einem höheren Tonanteil im Bereich der Bodenbildung bis etwa 1,6 m unter Gelände mit einer Einstufung in die Bodengruppe TM zu rechnen.

Gemäß ZTVE-StB sind sowohl leichtplastische Tone als auch mittelplastische Tone (TM) und mittelplastische Schluffe (UM) der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Im Fall einer Verbesserung eines sehr frostempfindlichen Bodens (F 3) durch Bindemittelzugabe kann für den fachgerecht verbesserten Boden anschließend von einer geringen bis mittleren Frostempfindlichkeit (F 2) ausgegangen werden. Nach den Frostzonendaten des Deutschen Wetterdienstes liegt das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone I.



5.5 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Nach DIN 18 300 können die angetroffenen Böden und Gesteine folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:

Tab. 2: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Boden- bzw. Felsart	Boden- bzw. Felsklasse
Oberboden	Bodenklasse 1
Lösslehm	Bodenklasse 4
Gipskeuper, verwittert	Bodenklasse 5 und z.T. 6
Gipskeuper, gering verwittert	Bodenklasse 6 und 7

Erläuterungen zu den Bodenklassen:

- Klasse 1: Oberboden:** Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- Klasse 2: Fließende Bodenarten:** Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben
- Klasse 3: Leicht lösbbare Bodenarten:** Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt
- Klasse 4: Mittelschwer lösbbare Bodenarten:** Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% der Korngröße kleiner als 0,06 mm
- Klasse 5: Schwer lösbbare Bodenarten:** Hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Böden (TA)
- Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten:** Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie verwitterte Felsarten
- Klasse 7: Schwer lösbarer Fels:** Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt und nur wenig verwitterte Felsarten

Folgende Homogenbereiche können definiert werden:

- Schicht 1: Oberboden
Schicht 2: Lösslehm
Schicht 3: Gipskeuper



5.6 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für die anstehenden Bodenschichten die in Tabelle 3 aufgelisteten Werte für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Bodenart	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel (°) φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steife- modul (MN/m ²) E _s
	γ	γ'			
Lehm TL					
- weich	20,0	10,0	27,5	0	2 - 4
- steif	20,5	10,5	27,5	2	4 - 6
- halbfest	21,0	11,0	27,5	5	6 - 12
Lehm TM/UM					
- weich	19,0	9,0	22,5	0	1 - 3
- steif	19,5	9,5	22,5	5	3 - 5
- halbfest	20,5	10,5	22,5	10	5 - 10
Verwitterungslehm/ Tonmergelstein					
- steif	19,5	9,5	22,5	2 - 5	2 - 5
- steif bis halbfest	20,0	10,0	22,5	5 - 10	5 - 10
- halbfest	20,5	10,5	22,5	10 - 15	10 - 20
- fest	21,0	11,0	25,0	*	20 - 45

* schwankt in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge in weiten Grenzen

Bei Hinterfüllungen sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:					
	γ	γ'	φ'	c'	E _s
Schottergemische	20	12	35	-	-
Kiesgemische	20	12	32,5	-	-
Bindige Böden	19 - 20	9 - 10	17,5 - 22,5	-	-

Für eine näherungsweise Berechnung nach der Bettungsmodultheorie können die jeweiligen Bettungsmoduli k_s der beteiligten Baugrundsichten nach der Beziehung

$$k_s = E_s / b \times f_{(s,0)} \text{ in MN/m}^3$$

ermittelt werden (vgl. DIN 4018). Hierbei sind:

E_s = Steifemodul (s. obige Werte), k_s = Bettungsmodul, $f_{(s,0)}$ = Einflusswerte

5.7 Beurteilung der Verformungseigenschaften und Tragfähigkeit des Untergrundes

Die **Zusammendrückbarkeit** von bindigen Böden ist generell umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt des Bodens und je geringer der Anteil an grobkörnigen Komponenten (Kies- und Sandfraktion) ist. Die Zusammendrückbarkeit eines Bodenhorizontes wird bei bindigen Böden mit der Konsistenz und bei nicht bindigen Böden mit der Lagerungsdichte beschrieben.

Baugrundsichten mit nur weicher, weicher bis steifer oder schwach steifer Konsistenz bzw. sehr lockerer, lockerer und lockerer bis mitteldichter Lagerung sind als stark kompressibler Untergrund einzustufen, und daher zur Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten über Streifen- und Einzelfundamente nicht geeignet. Bindige Böden sind bei einer mindestens steifen Konsistenz zwar ebenfalls noch als kompressibler Untergrund einzustufen, aber zur Abtragung geringer bis durchschnittlicher Bauwerkslasten geeignet. Baugrund, der auch für eine setzungsarme Abtragung größerer Fundamentlasten geeignet ist, wird erst mit durchgehend mindestens halbfestem Gipskeuper, der je nach Lage im Gelände vermutlich zwischen ca. 7,0 m und über 9,5 m unter Gelände ansteht, erreicht.

Bei einer Gründung über Streifen- und Einzelfundamente mit einer Lastabtragung in bindige Bodenschichten kann der aufnehmbare Sohldruck der anstehenden Baugrundsichten in Abhängigkeit von der Einbindetiefe und der Konsistenz nach DIN 1054 (s. Tabelle 4) ermittelt werden, sofern die Konsistenz nicht weicher als steif ist und es sich um mittig belastete Streifenfundamente zwischen 0,5 m und 2,0 m Breite handelt. Für die anstehenden Baugrundsichten sind die Werte der Bodengruppen UM/TL/TM maßgeblich

Tab. 4: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf tonig-schluffigen und tonigen Böden nach DIN 1054

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments in m	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2 m in Abhängigkeit der Konsistenz					
	UM, TL, TM			TA		
	steif	halbfest	fest	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280	90	140	200
1,0	140	210	320	110	180	240
1,5	160	250	360	130	210	270
2,0	180	280	400	150	230	300



Bei Einbindetiefen > 2 m dürfen die Bodenpressungen um die Spannung erhöht werden, die sich aus der der Mehrtiefe entsprechenden Bodenbelastung ergibt, sofern der seitlich lagernde Boden weder vorübergehend noch dauerhaft entfernt wird. Bei Rechteckfundamenten mit Seitenverhältnis $a/b < 2$ und Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte um 20 % erhöht werden, sofern die Fundamentbreite $b > 0,5$ m und die Einbindetiefe $d > 0,5$ m beträgt.

Es ist zu beachten, dass die Anwendung der Tabellenwerte für den aufnehmbaren Sohldruck bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen kann. Bei setzungsempfindlichen Bauwerken sollten auf jeden Fall Einzelgutachten mit Setzungsberechnungen erstellt werden. Die Bodengruppe und gegebenenfalls die Konsistenz sollten dann im Einzelfall anhand bodenmechanischer Laborversuche bestimmt werden.

Zu berücksichtigen ist auch, dass tonige Böden je nach saisonaler Durchfeuchtung bis zu einer Tiefe von 1,8 m starken Volumenschwankungen durch **Quellen und Schrumpfen** ausgesetzt sind. Damit können in tonigen Böden unabhängig von äußeren Lasten auch Eigensetzungen auftreten, die vor allem auf ein Austrocknen zurückzuführen sind.

Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass die Gründungssohlen frostfrei liegen müssen, da ansonsten mit **Frosthebungen** infolge von Eislinsenbildungen zu rechnen ist. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Geländeoberfläche angenommen. Auch dabei ist die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.

6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung

6.1 Leitungsgräben

Bei der Anlage von Leitungsgräben ist die DIN EN 1610 maßgeblich zu beachten. Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Hanglage, Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Grund- oder Schichtwasser, nicht entwässerte Fließsandböden, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen könnten Kanalgrabenwände kurzzeitig frei geböschet werden. Bei der Anlage freier Böschungen sind nach DIN 4124 folgende Böschungswinkel einzuhalten:

Bodenbeschreibung	max. zul. Böschungsneigung β in ° für kurzzeitig angelegte Böschungen
Lehm, weich, weich bis steif und schwach steif	≤ 45
Lehm, mindestens steif	≤ 60



Leitungsgräben sollten aus Gründen der Standsicherheit jeweils nur über eine kurze Strecke (ca. 10 bis 15 m) geöffnet und unmittelbar nach dem Verlegen der Leitungen wieder verfüllt werden. Mit einem wandernden Großplattenverbau (z.B. Krings-Verbau) kann insbesondere bei größeren Grabentiefen der Flächenbedarf und die Menge des Aushubes deutlich verringert werden. Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 darf dabei allerdings nicht unterschritten werden.

Die Tiefenlage der Kanalsohlen ist nach derzeitigem Planungstand noch nicht bekannt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass bei einer Einbindetiefe von ca. 3,0 bis 4,0 m die Kanalsohlen überwiegend in mäßig tragfähigen Lehmschichten in Form von schwach tonigem Schluff mit teils weicher bis steifer, teils schwach steifer und teils steifer Konsistenz liegen. Punktuell können auch stärker aufgeweichte Bodenhorizonte vorkommen. Hier sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit oder ein Bodenaustausch erforderlich.

Bei einem Anlegen von Böschungen ist zu beachten, dass schluffige Böden sehr erosionsempfindlich sind. Böschungen sind daher unmittelbar nach Fertigstellung gegen Erosion zu sichern. Mit einer Bodenverbesserung im Bereich von Böschungen kann die Witterungs- und Erosionsbeständigkeit zusätzlich erhöht werden.

6.2 Rohraufleger

Es empfiehlt sich, die Kanäle auf einem Auflager aus Sand-, Feinkies oder Splitt zu verlegen. Steinig-felsige Lagen, die zu einer unerwünschten Punktlagerung der Rohre führen könnten, sind nicht zu erwarten. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist auch mit dem Auftreten von aufgeweichten Schichten im Bereich des Rohrauflegers zu rechnen. Falls an der Sohle von Kanalgräben Böden mit weicher Konsistenz anstehen, ist zusätzlich zum planmäßigen Rohraufleger ein Bodenaustausch erforderlich. Er muss so bemessen sein, dass die Lastausbreitung unter der Rohrsohle überwiegend im Austauschmaterial stattfindet. Bei Bedarf kommt als Material für einen Bodenaustausch in erster Linie Schottertragschicht-Material nach ZTVT-StB in Frage. Der Bodenaustausch muss gegebenenfalls verdichtet eingebaut und allseits mit einem reißfesten Filtervlies umhüllt werden.

6.3 Grundwasser bzw. Oberflächenwasser

Wie bereits beschrieben, wurde in den Sondierlöchern der Rammkernbohrungen und Rammsondierungen kein Wasserzustrom festgestellt.

Erschließungsarbeiten und Baumaßnahmen sollten stets so ausgeführt werden, dass Oberflächenwasser ungehindert abfließen kann bzw. ein Aufweichen des Untergrundes durch eindringendes Wasser verhindert wird.



6.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial

Der humose Oberboden (Bodenklasse 1) ist im Bereich von Baumaßnahmen abzuschleifen und fachgerecht zwischenzulagern, damit der Oberboden wieder verwendet werden kann. Der natürlich anstehende Lösslehm lässt sich ansonsten grundsätzlich für verschiedene Zwecke (z.B. Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllungen in setzungsunempfindlichen Bereichen) wieder verwenden. Es ist darauf zu achten, dass bei bindigen Böden in der Regel eine mindestens steife Konsistenz vorausgesetzt wird.

6.5 Verfüllung der Kanalgräben

Die Leitungszone darf nur mit verdichtungsfähigem Material verfüllt werden. Dabei sind die Maßgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Das Verfüllmaterial der Überschüttung muss nach den Richtlinien der genannten Norm lagenweise eingebaut und sorgfältig verdichtet werden. Bei bindigen Erdstoffen treten stets Setzungen und Sackungen in der verdichteten Verfüllung auf, die im Bereich von Grünflächen in Kauf genommen werden können. Im Bereich von Verkehrsflächen wird empfohlen, für die Grabenverfüllung oberhalb der Leitungszone bis zur Unterkante des Straßenaufbaus ausschließlich gut verdichtbares Material (z.B. Siebschutt, Schotter-Splitt-Gemische) zu verwenden. Eine Alternative stellt die Stabilisierung von bindigem Boden mittels der Zugabe von Kalk bzw. Zement dar. Mit einem an der Baggerschaufel aufgesetzten Zusatz (Schaufel-Separator) bzw. mit einer Kalkfräse kann eine ausreichende Durchmischung mit anschließendem Wiedereinbau erfolgen. Das Material muss lagenweise verdichtet und nach den einschlägigen Normen und erdbautechnischen Regeln eingebaut werden.

6.6 Anlage von Verkehrsflächen

Bei der Herstellung und Bemessung der befahrbaren Flächen sind die entsprechenden Normen, technischen Regeln, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Insbesondere wird hier auf die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) verwiesen, die die Anforderungen in Abhängigkeit von der Beanspruchung der Flächen und den entsprechenden Bauklassen festlegt.

Bei befahrbaren Flächen muss bis in eine Tiefe von mindestens 0,5 m unter dem Planum für die frostsichere Tragschicht ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ und ein Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Um den geforderten Verdichtungsgrad zu erreichen, ist in Abhängigkeit vom natürlichen Wassergehalt des Bodens das Planum voraussichtlich zur Bindung von überschüssigem Wasser mit einem Bindemittel zu versetzen. Ob tatsächlich eine Zugabe erforderlich ist und welche Mengen gegebenenfalls benötigt werden, hängt vom Wassergehalt der bindigen Bodenbestandteile sowie der Witterung zum Zeitpunkt der Erdarbeiten ab und kann durch Proctorversuche nach DIN 18 127 ermittelt werden. Bei Wassergehalten über dem maximalen Wassergehalt ist zum Erreichen der erforderlichen Proctordichte eine



Bindemittelzugabe notwendig. Als Bindemittel kann Weißfeinkalk, ein Kalk-Zement-Gemisch, Kalkhydrat oder ein gleichwertiges Bindemittel verwendet werden.

Wenn mit einer Bodenverbesserung nicht nur eine optimale Verdichtung, sondern auch eine zusätzliche Erhöhung der Tragfähigkeit erreicht werden soll, ist ein Kalk-Zement-Gemisch (z. B. Dorosol C) oder ein Zement/Additivgemisch (z. B. NovoCrete) einzubringen. Bei Böden mit Wassergehalten im Bereich des optimalen Wassergehaltes bzw. darunter ist eine Bodenverbesserung nicht sinnvoll, bzw. es ist dann eine Wasserzugabe erforderlich. Eine Kalkzugabe bzw. deren Dosierung muss daher, besonders im Hinblick auf natürliche bzw. witterungsbedingte Schwankungen des Wassergehaltes im Ausgangsmaterial, flexibel gehandhabt werden. Die nachfolgenden Angaben zu notwendigen Mengen bei der Zugabe von Kalk beruhen auf Erfahrungswerten für bindigen Boden und sollen lediglich eine Hilfestellung geben. Die genauen Mengen sind bei Bedarf durch Proctorversuche nach DIN 18127 an repräsentativen Bodenproben zu ermitteln.

Kalkzugabemenge in Gew.-% bezogen auf die Trockendichte	Reduktion des Wassergehaltes in % (geschätzt)	Kalkmenge kg/m ³	Kalkmenge in kg/m ² bei 40 cm Schichtdicke
1,5	2,5	25	10
2,0	3,0	34	13,5
2,5	4,0	42	17
3,5	5,0	60	24

Bei Bedarf besteht als Alternative zu einer Bodenverbesserung die Möglichkeit, die Stärke der ungebundenen Tragschicht zu erhöhen. Die erforderliche Stärke der Tragschicht müsste dann mit Hilfe von Plattendruckversuchen festgelegt werden. Unabhängig von der Herstellung des Planums sollte die ausreichende Verdichtung der frostsicheren Tragschicht von befestigten Flächen in jedem Fall durch Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Wie bereits ausgeführt, müssen die oberflächennah anstehenden Böden als sehr frostempfindlich eingestuft werden (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Nach einer Bindemittelzugabe sind die Böden bis in die entsprechende Tiefe je nach Art des Bindemittels als mittel bis gering oder nicht frostempfindlich einzustufen.

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist eine wasser-durchlässige Ausführung von befestigten Flächen nur in Verbindung mit einer Drainage möglich.



7 Hinweise für die zukünftige Bebauung

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen sind keine prinzipiellen Einschränkungen bei einer Bebauung zu erwarten. Die Gründung ist entsprechend der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes sowie der abzutragenden Bauwerkslasten zu wählen. Für weitere Hinweise und nähere Angaben zur Gründung und Bauausführung von Gebäuden sind auf der Grundlage konkreter Bauplanungen weitere, gezielt angesetzte Baugrundaufschlüsse erforderlich.

Wie bereits beschrieben, sollten grundsätzlich alle zusammenhängenden Bauwerksteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen, um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden. Zudem muss auf eine frostfreie und schrumpfungssichere Gründung aller Gebäudeteile geachtet werden. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Geländeoberfläche angenommen. Wenn toniges Bodenmaterial an der Gründungssohle ansteht, ist auch eine schrumpfungsfreie Gründungstiefe der Fundamente von 1,8 m unter Gelände einzuhalten. Dabei ist jeweils die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.

Da wassergesättigte Bodenhorizonte einen potentiellen Gleithorizont bilden, sind solche Schichten projektbezogen zu erkunden und gegebenenfalls zu durchgründen.

Aufgrund des wasserstauenden Lösslehmes ist bei unterkellerten Gebäuden und Tiefgaragen auf Höhe der UG-Bodenplatte mit einem Sickerwassereinstau zu rechnen. Wenn eine Ableitung von Sickerwasser über eine Drainage auf Höhe der UG-Bodenplatte nicht möglich oder nicht zulässig ist, ist für alle Bauwerksteile einschließlich der Zu- und Ableitungen unterhalb des Bemessungswasserstandes eine druckwasserdichte und auftriebssichere Ausführung vorzusehen.

Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Schichtwasser, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Baugruben- und Kanalgrabenwände nach den Maßgaben der DIN 4124 frei geböschet werden. Bei Wasserzutritten oberhalb der Aushubsohle oder sonstigen Einflüssen, die die Standsicherheit gefährden, sind die nach DIN 4124 möglichen Böschungswinkel herabzusetzen oder eine konstruktive Böschungssicherung vorzusehen. Die konkrete Notwendigkeit und der Umfang von Maßnahmen zur konstruktiven Böschungssicherung sowie die Art der Ausführung sind jeweils anhand einer projektbezogenen baugrundgeologischen Erkundung und eines Aushubplanes vorab zu prüfen bzw. festzulegen und statisch zu bemessen.



8 Versickerung von Niederschlagswasser

Wesentliche Voraussetzung für eine Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässigkeit des Untergrundes sowie die Mächtigkeit der ungesättigten Bodenschicht. Die Durchlässigkeit von Lockergesteinen hängt überwiegend von der Korngröße und -verteilung ab. Für Versickerungsanlagen kommen Lockergesteine in Frage, die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von 5×10^{-3} bis 5×10^{-6} m/s aufweisen.

Im vorliegenden Fall wurde die Versickerungsleistung der anstehenden Bodenschichten über die Bestimmung der Bodenart abgeschätzt. Demnach ist der schluffig-tonige Lösslehm ohne Sand- und Grobbodenanteil aufgrund seiner geringen Wasserdurchlässigkeit für eine Versickerung von Niederschlagswasser ungeeignet. Böden mit einem hohen Schluffanteil können zwar relativ gut Wasser aufnehmen, dieses einmal aufgenommene Wasser wird aber nur sehr schwer wieder abgegeben. Somit muss damit gerechnet werden, dass eine Versickerung zum Einstau und zu Vernässungen sowie zu einer Verringerung der Konsistenz des Bodens führen wird. Je nach Wasserwegsamkeit kann dies auch dazu führen, dass sich in relativ gut durchlässigen Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllungen Wasser ansammelt.

Insgesamt gesehen ist damit die Versickerungsleistung des natürlich anstehenden Untergrundes für eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswasser nicht ausreichend und kann im Vergleich zu den Zuflussmengen vernachlässigt werden. Bei den relativ geringen Durchlässigkeiten ist auch die Schaffung von ausreichenden Speicherkapazitäten für die Zwischenspeicherung des Wassers nicht sinnvoll, da hierbei beachtet werden muss, dass auch die Einstauzeiten bestimmte Grenzen nicht überschreiten sollten. Für das Erschließungsgebiet ist daher von einer direkten Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund abzusehen. Als Ausgleich wird vorgeschlagen, andere Retentionsmöglichkeiten für das Niederschlagswasser zu nutzen. Abhängig von örtlichen Bedingungen lassen sich z.B. durch Dachbegrünungen und Regenwassernutzung (z.B. Retentions-Zisternen) mehr oder weniger große Mengen an Niederschlagswasser zwischenspeichern. Eine Ableitung von Niederschlagswasser (evtl. über einen offenen Wassergraben bzw. Mulden-Rigolen-Systeme) in den Vorfluter kann die Kanalisation ebenfalls entlasten.

9 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgebiet liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg (1. Aufl. 2005) in der **Erdbebenzone 0** und im Bereich der **Untergrundklasse R** (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Die Karte bezieht sich auf DIN 4149:2005-04, "Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten", die bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen ist. Gemäß dem zugrunde liegenden Gefährdungsniveau sind Intensitätswerte von 6,0 bis $\leq 6,5$ nach EMS-Skala zu erwarten. Für den Grundwert der Horizontalbeschleunigung muss $0,4 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Zur Berücksichtigung der örtlichen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebenwirkung ist die **Baugrundklasse C** anzunehmen.



10 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage von fünf Rammkernbohrungen und sechs Rammsondierungen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Aufgrund der Weite des Sondierasters und eventuell vorhandener Inhomogenitäten in den Untergrundverhältnissen können von den beschriebenen Untersuchungspunkten abweichende Untergrundverhältnisse nicht ausgeschlossen werden. Sollten sich Fragen zu Sachverhalten ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden, so ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Aufgrund der zu erwartenden unterschiedlichen Gründungsbereiche und auch sonst je nach Lage im Gelände möglicherweise unterschiedlicher Baugrundverhältnisse sollten für einzelne Bauvorhaben detaillierte Baugrunderkundungen, die auf die jeweilige spezifische Planung abgestimmt sind, durchgeführt werden.

Für die Beantwortung von Fragen im Zuge der weiteren Planungen und Bauausführungen stehen wir gerne zur Verfügung.

TerraConcept Consult GmbH

Pfullingen, den 10. Februar 2017

Dipl.-Geol. Gerold Althaus



Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte**

- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Rammkernsondierungen**

- Anlage 3: Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen**

- Anlage 4: Laborprotokolle zur Bestimmung der Zustandsgrenzen**

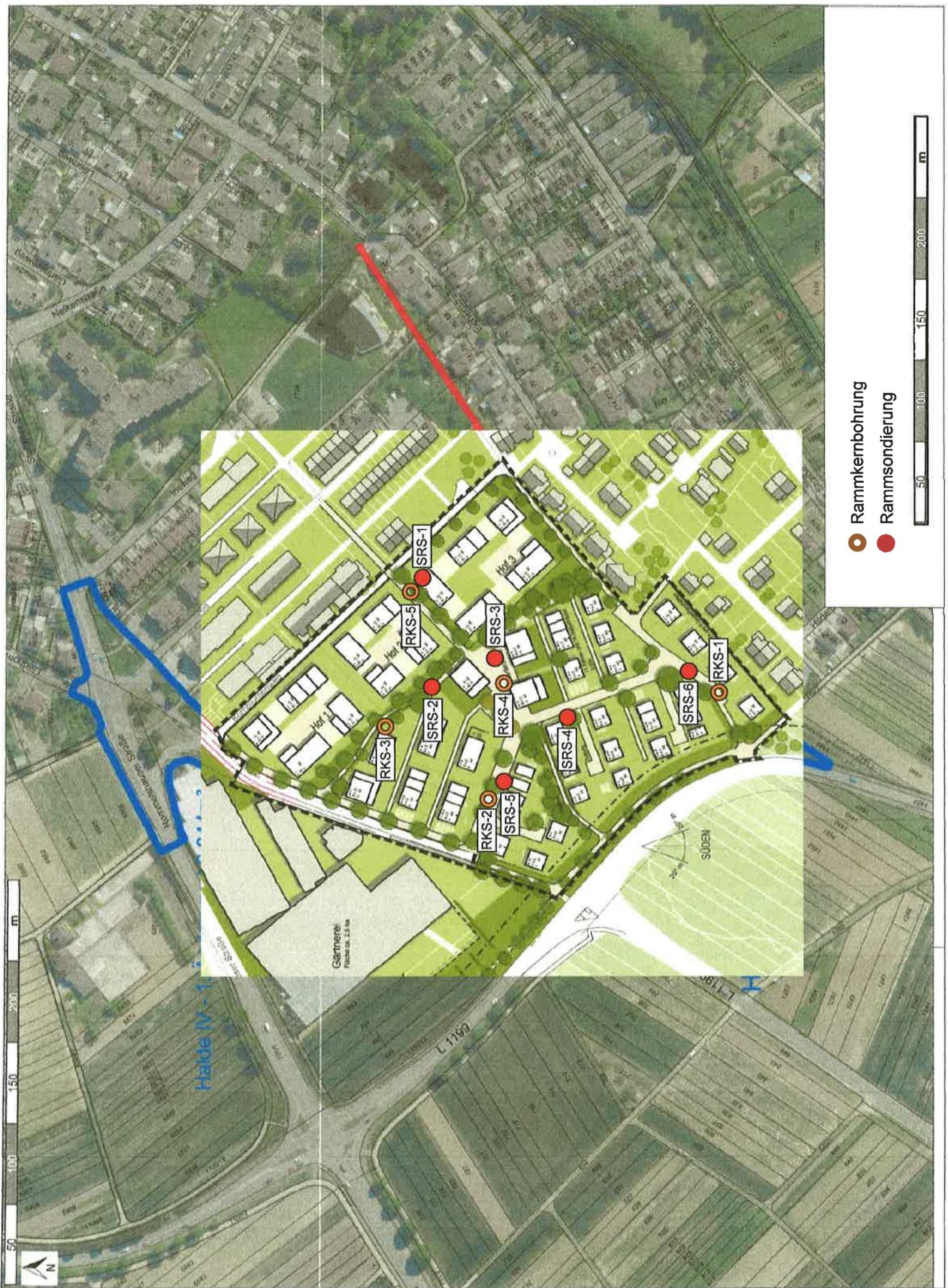


Anlage 1

Lageplan der Untersuchungspunkte



- Rammkernbohrung
- Rammsondierung





Anlage 2

Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Rammkernsondierungen



Schichtenverzeichnis RKS-1

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

0,00 - 0,30 m Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif

0,30 - 1,20 m Lösslehm: Schluff, tonig, ockerbraun, stark steif

1,20 - 5,50 m Lösslehm: Schluff, schwach tonig, ockerbraun

1,20 - 3,50 m: steif

3,50 - 5,50 m: stark steif

5,50 - 6,00 m Lösslehm: Schluff, tonig, schwach feinsandig, ockerbraun

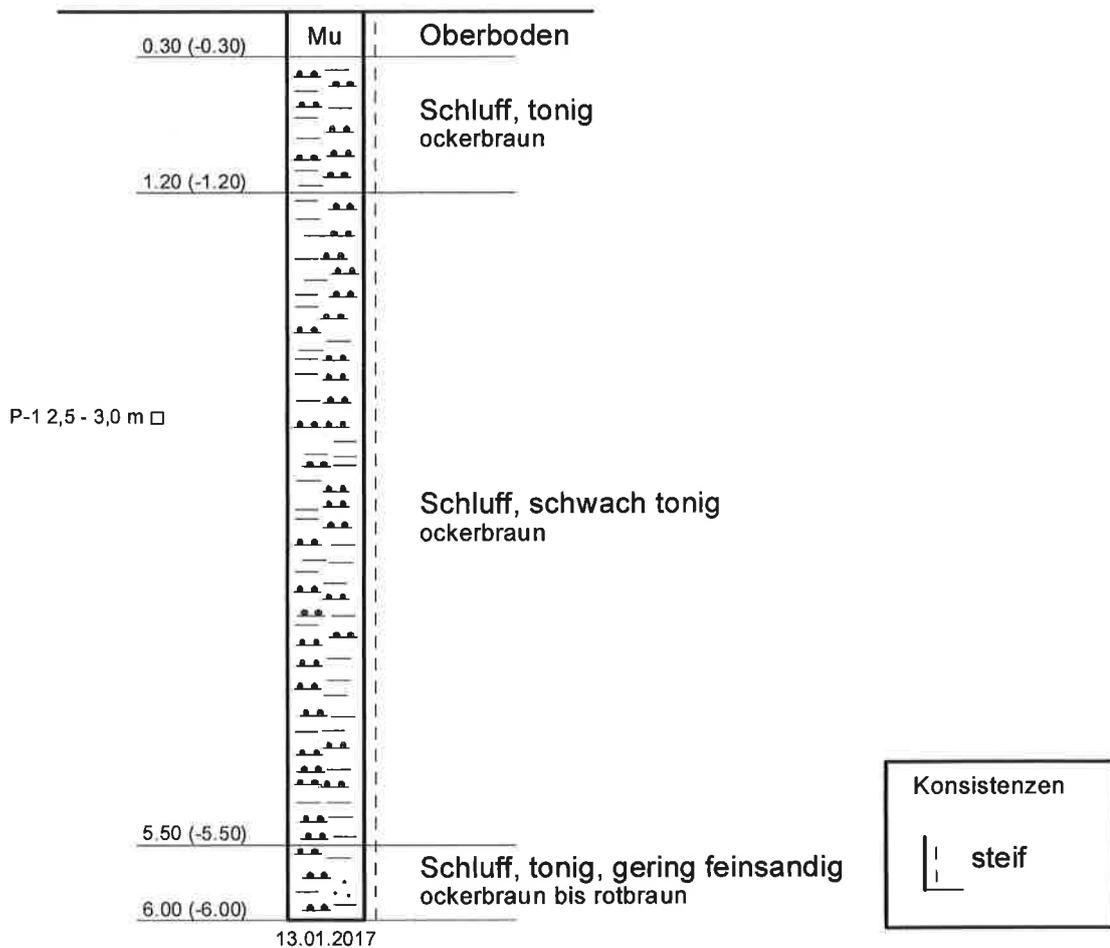
bis rotbraun, stark steif

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 2,5 m und 3,0 m unter GOK → Konsistenzgrenzen

Profildarstellung RKS-1





Schichtenverzeichnis RKS-2

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

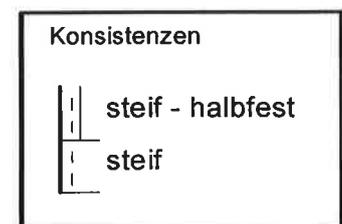
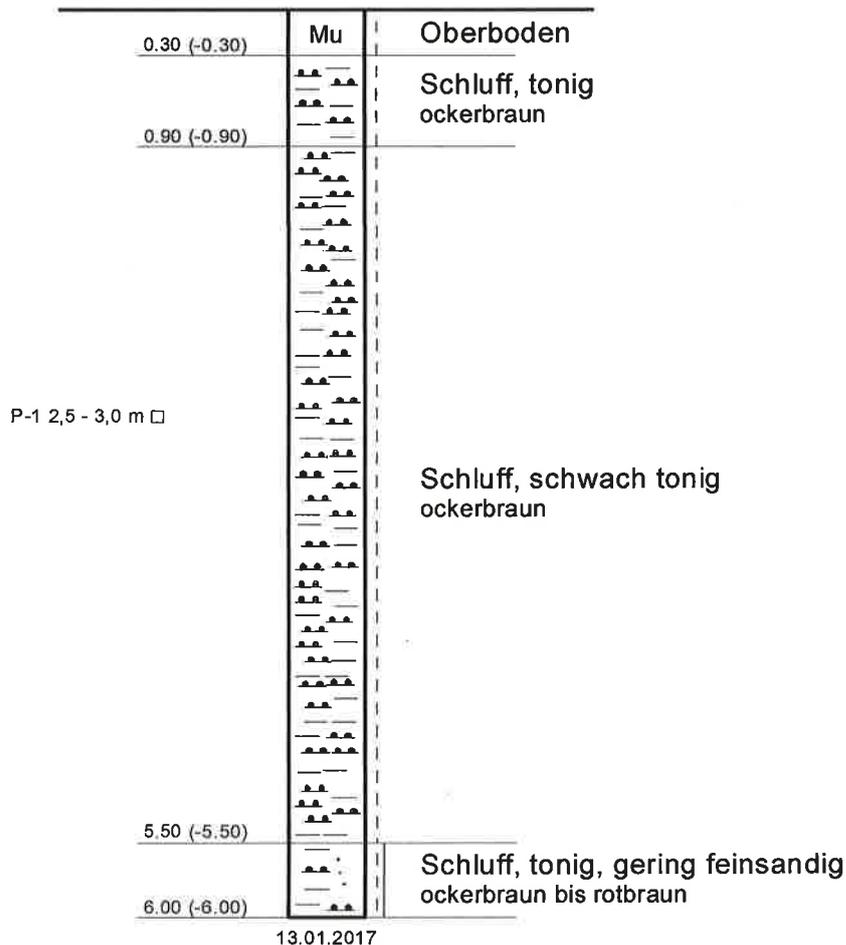
- 0,00 - 0,30 m Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif
- 0,30 - 0,90 m Lösslehm: Schluff, tonig, durchwurzelt, braun, steif bis stark steif
- 0,90 - 5,50 m Lösslehm: Schluff, schwach tonig, ockerbraun
 - 0,90 - 2,50 m: steif
 - 2,50 - 3,00 m: schwach steif
 - 3,00 - 3,50 m: steif
 - 3,50 - 4,50 m: schwach steif
 - 4,50 - 5,50 m: stark steif
- 5,50 - 6,00 m Lösslehm: Schluff, tonig, schwach feinsandig, ockerbraun bis rotbraun, steif bis halbfest

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 2,5 m und 3,0 m unter GOK → Konsistenzgrenzen

Profildarstellung RKS-2





Schichtenverzeichnis RKS-3

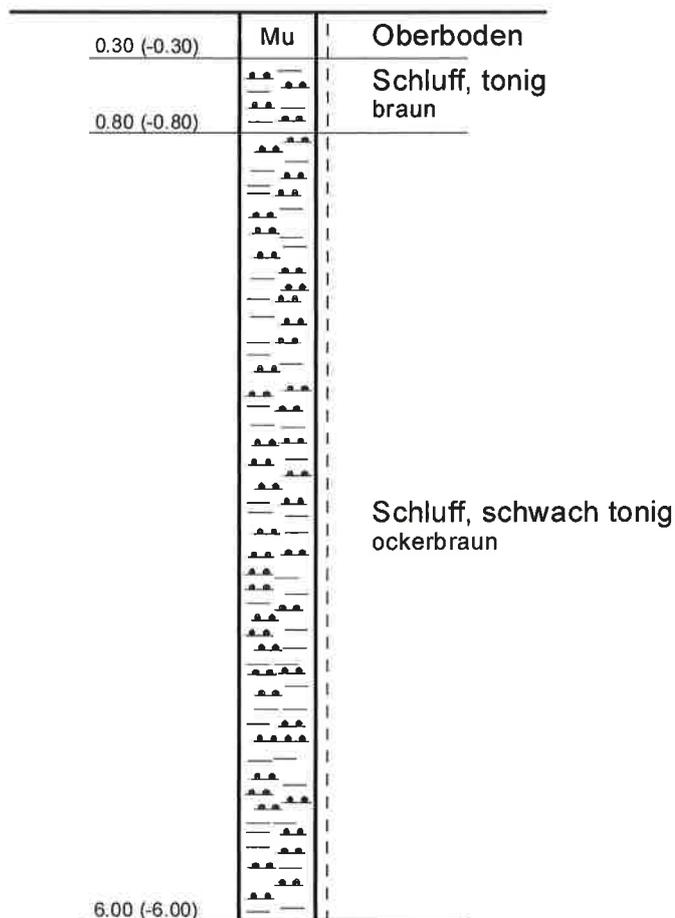
Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

- 0,00 - 0,30 m Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif
- 0,30 - 0,80 m Lösslehm: Schluff, tonig, braun, stark steif
- 0,80 - 6,00 m Lösslehm: Schluff, schwach tonig, ockerbraun
 - 0,80 - 2,00 m: stark steif
 - 2,00 - 2,50 m: steif
 - 2,50 - 3,00 m: schwach steif
 - 3,00 - 5,00 m: steif
 - 5,00 - 6,00 m: schwach steif

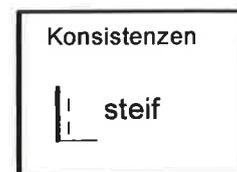
Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017

Profildarstellung RKS-3



13.01.2017





Schichtenverzeichnis RKS-4

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

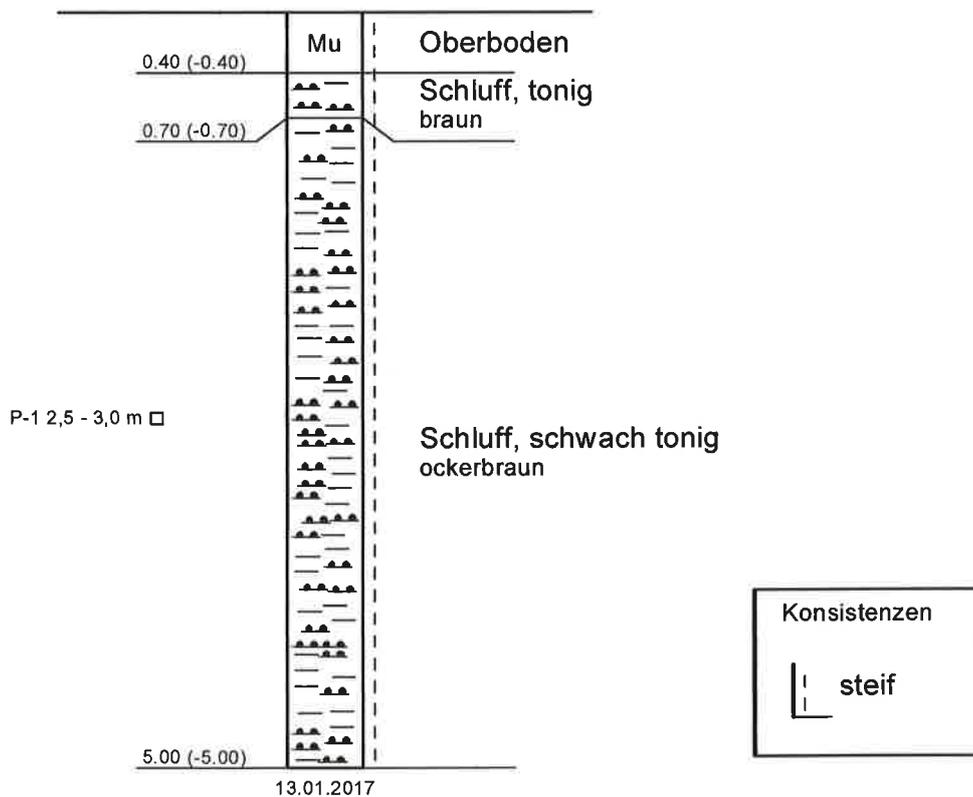
- 0,00 - 0,40 m Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif
- 0,40 - 0,70 m Lösslehm: Schluff, tonig, braun, steif
- 0,70 - 5,00 m Lösslehm: Schluff, schwach tonig, ockerbraun
 - 0,70 - 1,50 m: steif
 - 1,50 - 2,50 m: stark steif
 - 2,50 - 5,00 m: steif

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 2,5 m und 3,0 m unter GOK → Konsistenzgrenzen

Profildarstellung RKS-4





Schichtenverzeichnis RKS-5

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

0,00 - 0,30 m Oberboden: Schluff, schwach tonig, braun, steif

0,30 - 1,00 m Lösslehm: Schluff, tonig, braun, steif

1,00 - 5,00 m Lösslehm: Schluff, schwach tonig, ockerbraun
1,00 - 3,00 m: steif

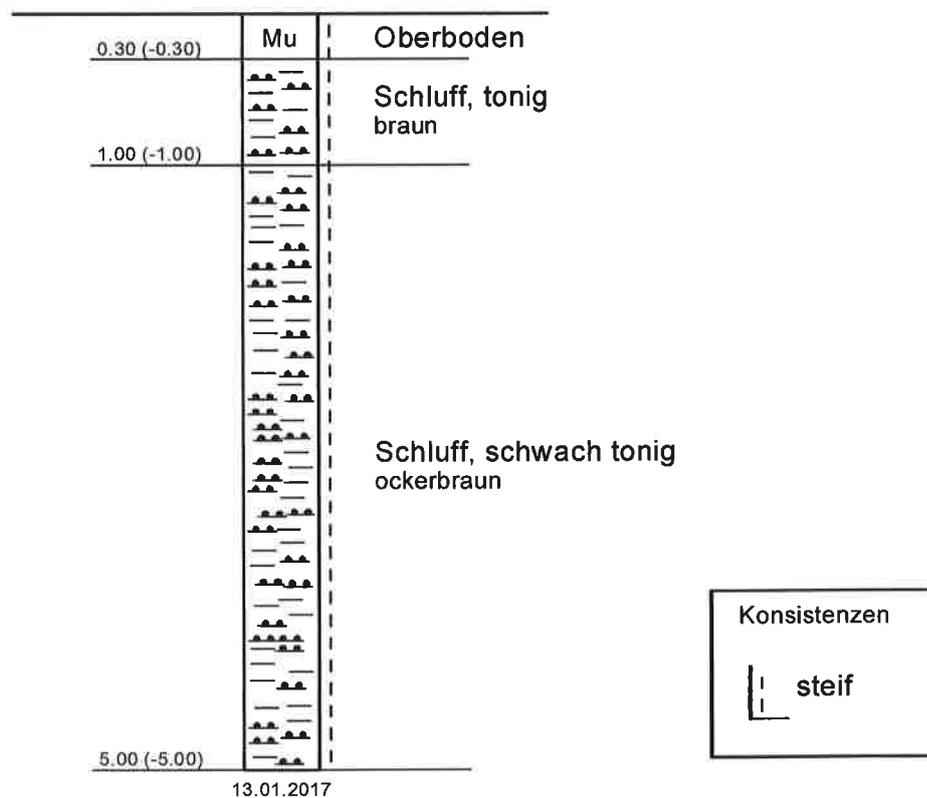
3,00 - 5,00 m: schwach steif bis steif

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017

Bodenprobe P-1 entnommen zwischen 2,5 m und 3,0 m unter GOK → Konsistenzgrenzen

Profildarstellung RKS-5





Anlage 3

Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen

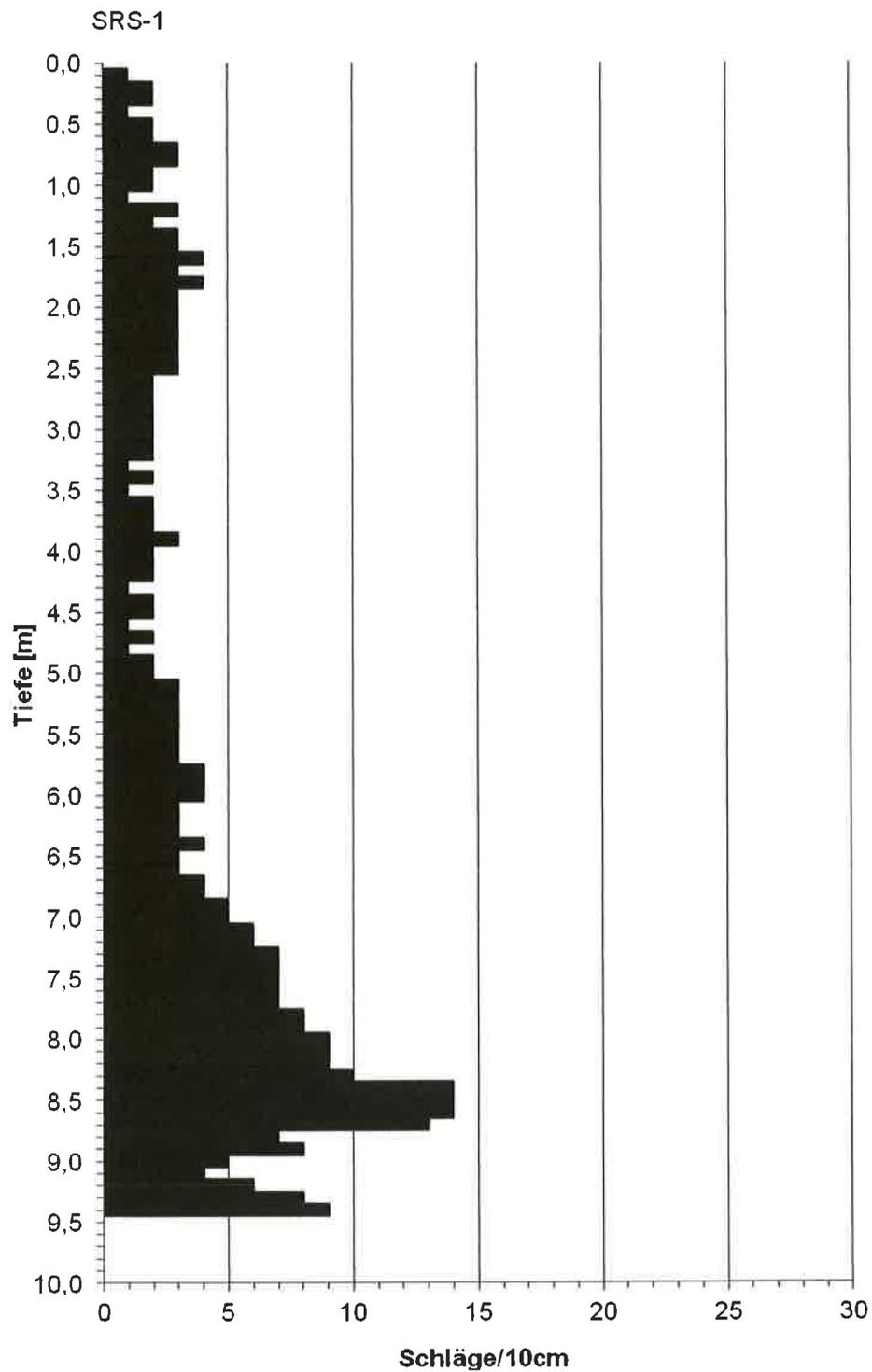


Schwere Rammsondierung SRS-1

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017



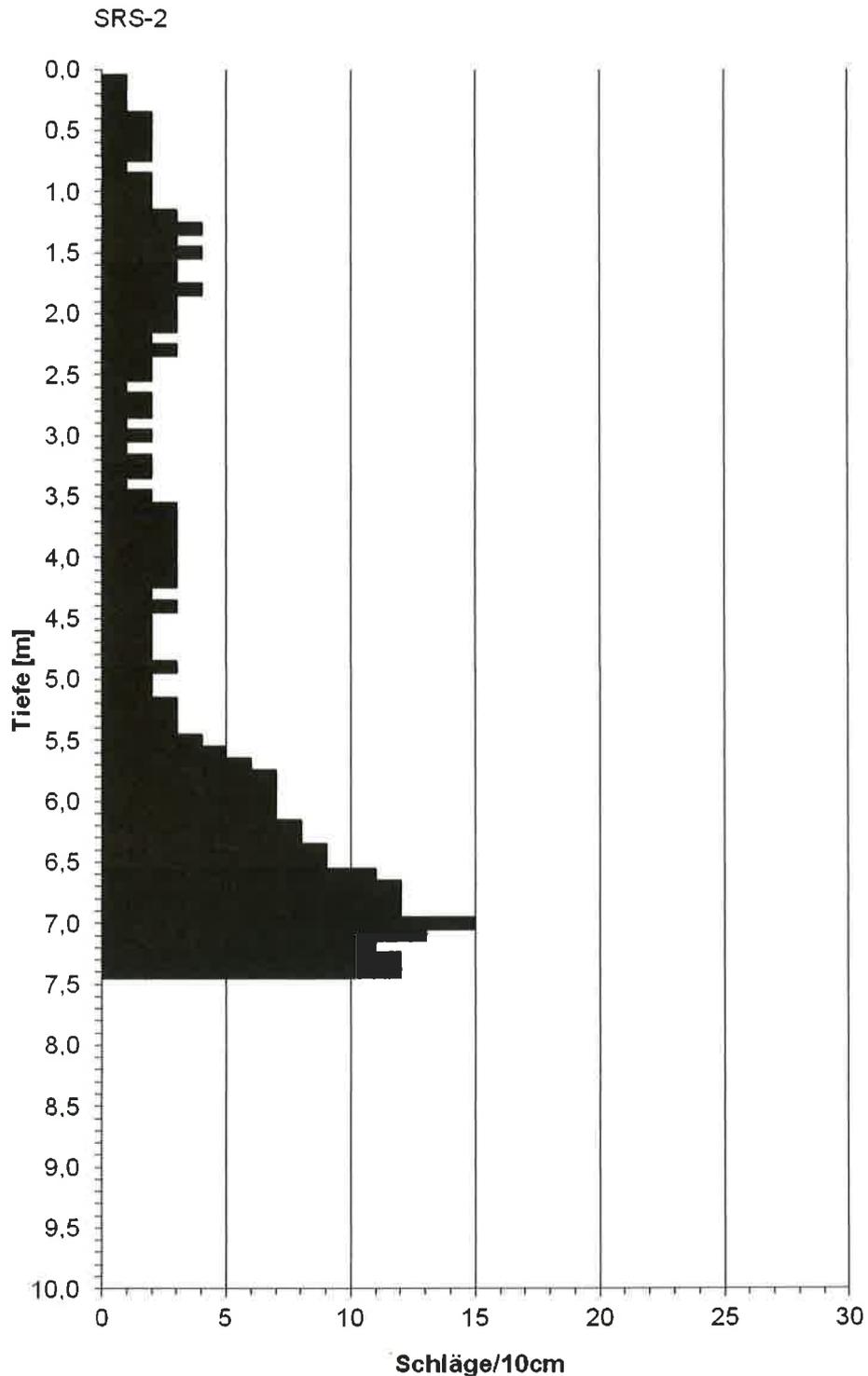


Schwere Rammsondierung SRS-2

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017



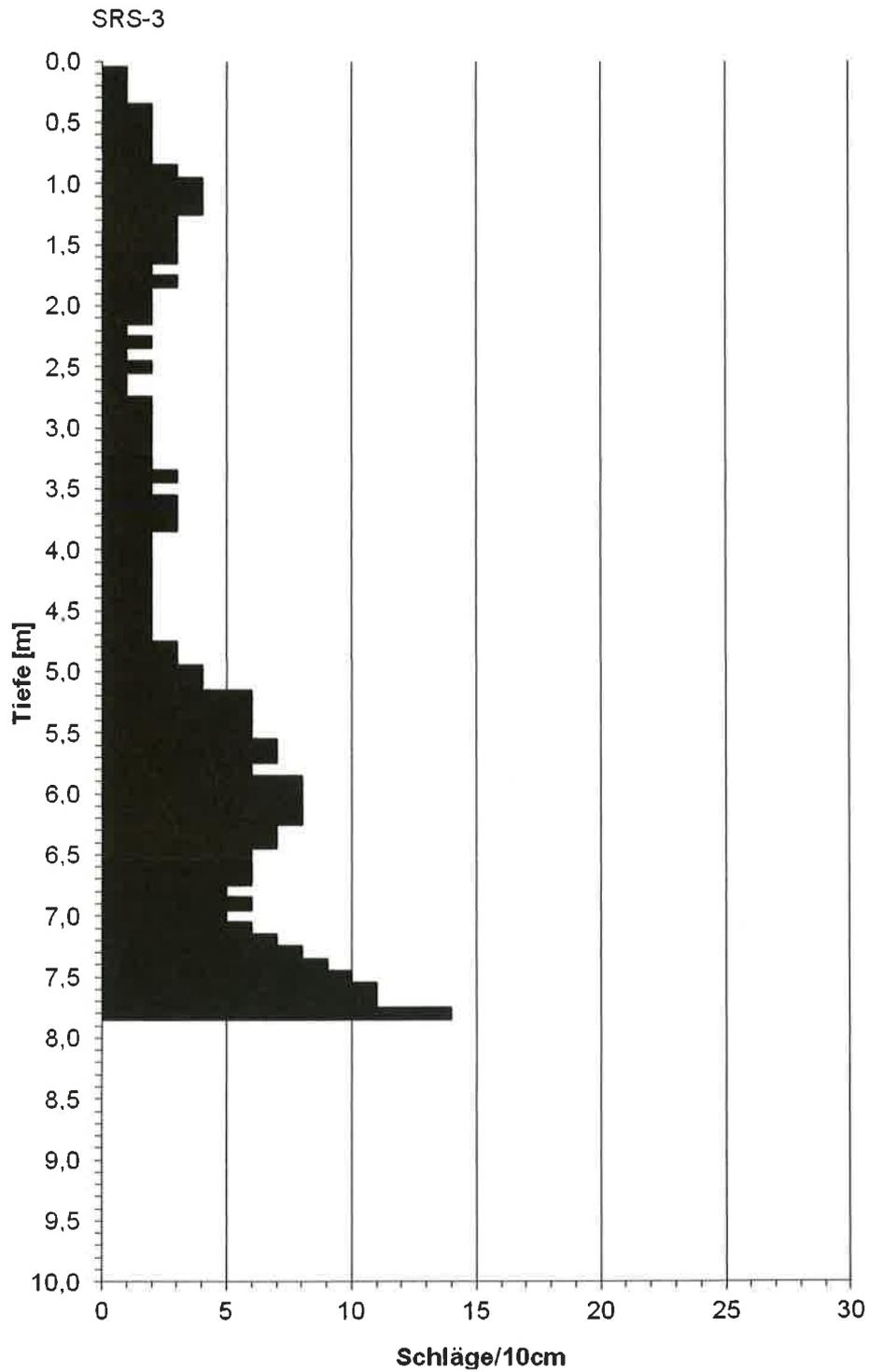


Schwere Rammsondierung SRS-3

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017



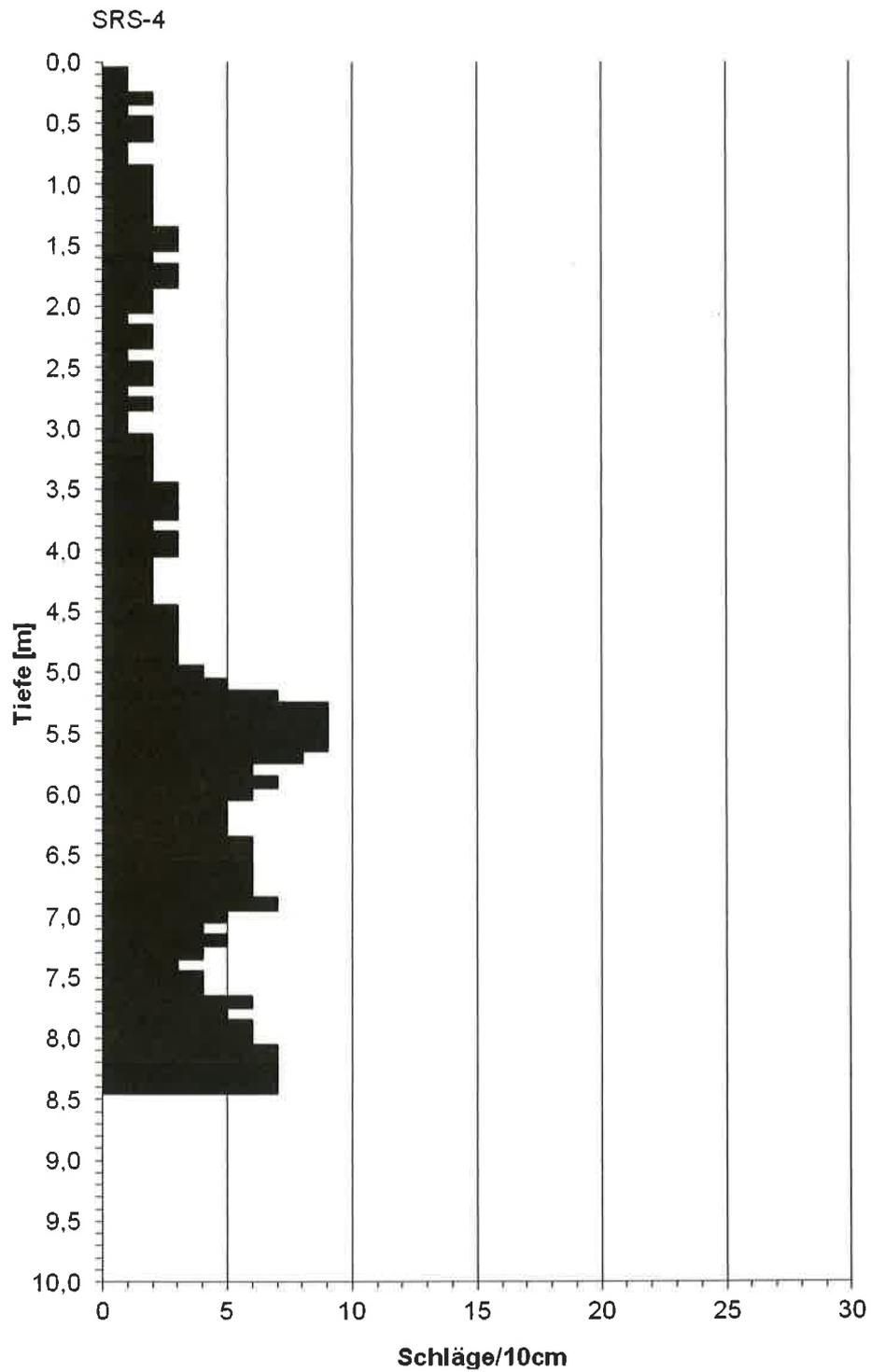


Schwere Rammsondierung SRS-4

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017



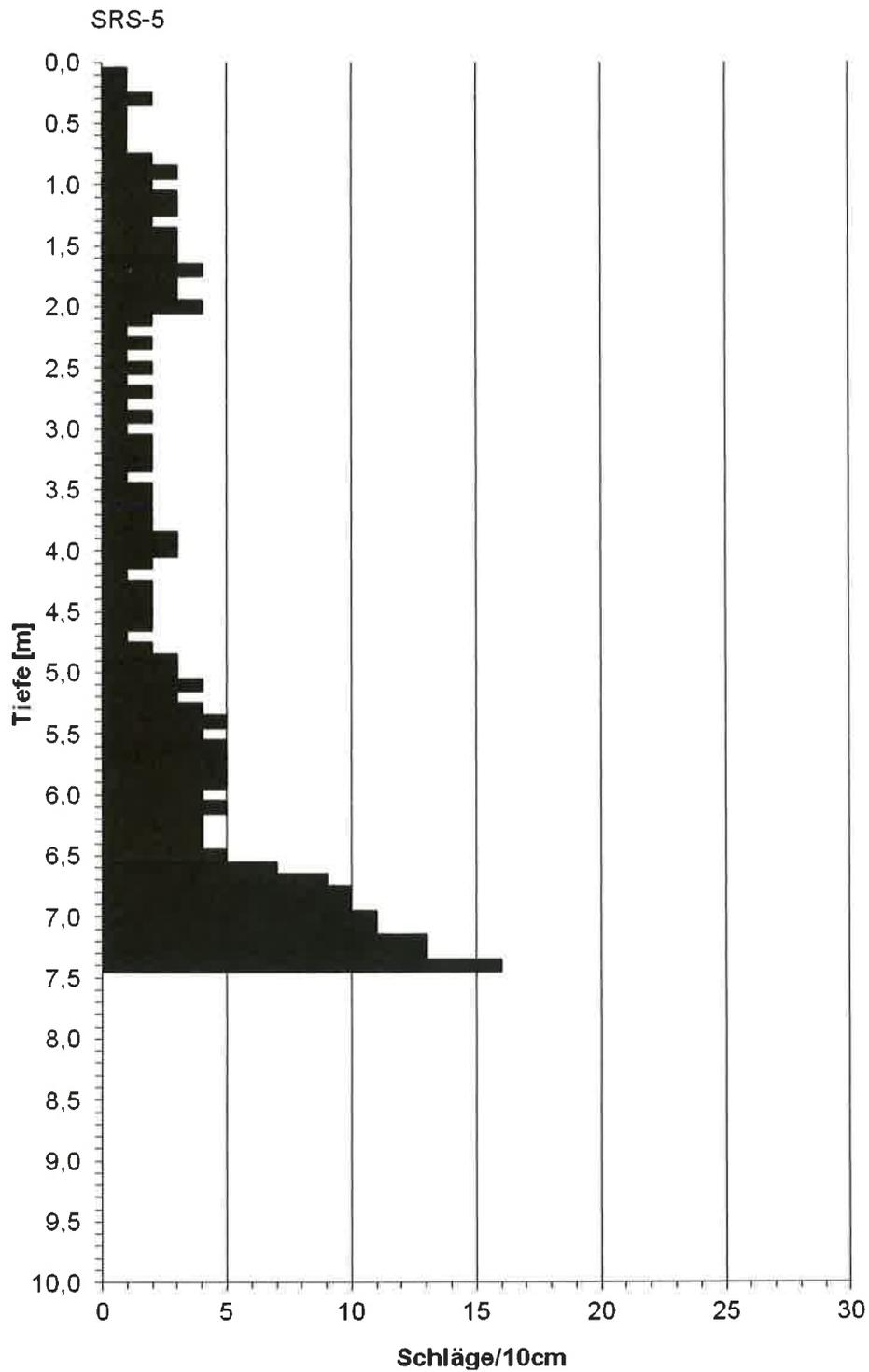


Schwere Rammsondierung SRS-5

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017



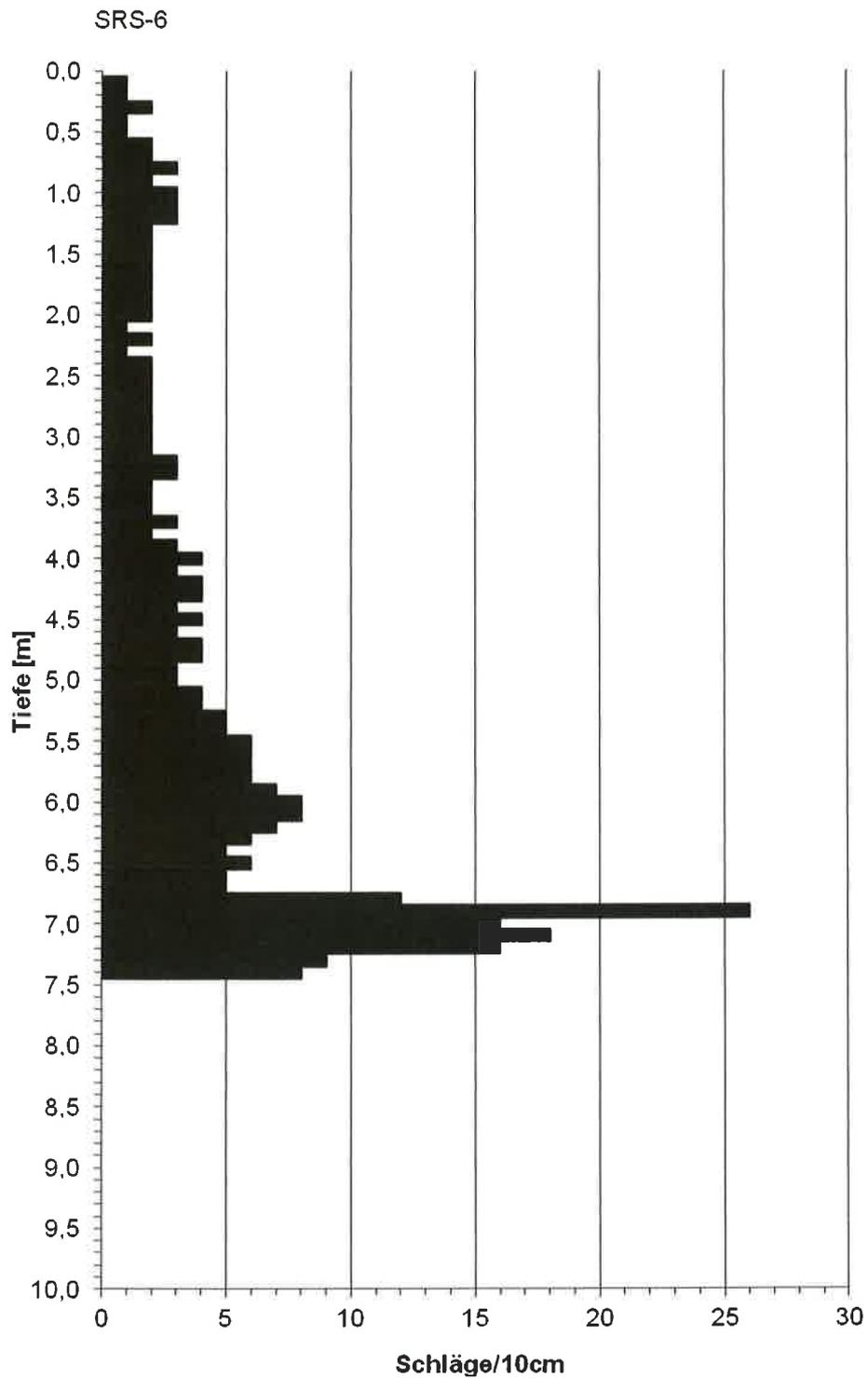


Schwere Rammsondierung SRS-6

Höhe Ansatzpunkt: nicht eingemessen

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 13.01.2017





Projekt: P 2792/17
 Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten Erschließung "Halde V", Weinstadt-Endersbach

Rammsondierungen DPH
 ausgeführt durch: Althaus/Desideri
 ausgeführt am: 13.01.2017

SRS-1				SRS-2				SRS-3			
bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]	
0,0		6,0		0,0		6,0		0,0		6,0	
0,1	1	6,1	3	0,1	1	6,1	7	0,1	1	6,1	8
0,2	2	6,2	3	0,2	1	6,2	8	0,2	1	6,2	8
0,3	2	6,3	3	0,3	1	6,3	8	0,3	1	6,3	7
0,4	1	6,4	4	0,4	2	6,4	9	0,4	2	6,4	7
0,5	2	6,5	3	0,5	2	6,5	9	0,5	2	6,5	6
0,6	2	6,6	3	0,6	2	6,6	11	0,6	2	6,6	6
0,7	3	6,7	4	0,7	2	6,7	12	0,7	2	6,7	6
0,8	3	6,8	4	0,8	1	6,8	12	0,8	2	6,8	5
0,9	2	6,9	5	0,9	2	6,9	12	0,9	3	6,9	6
1,0	2	7,0	5	1,0	2	7,0	15	1,0	4	7,0	5
1,1	1	7,1	6	1,1	2	7,1	13	1,1	4	7,1	6
1,2	3	7,2	6	1,2	3	7,2	11	1,2	4	7,2	7
1,3	2	7,3	7	1,3	4	7,3	12	1,3	3	7,3	8
1,4	3	7,4	7	1,4	3	7,4	12	1,4	3	7,4	9
1,5	3	7,5	7	1,5	4	7,5		1,5	3	7,5	10
1,6	4	7,6	7	1,6	3	7,6		1,6	3	7,6	11
1,7	3	7,7	7	1,7	3	7,7		1,7	2	7,7	11
1,8	4	7,8	8	1,8	4	7,8		1,8	3	7,8	14
1,9	3	7,9	8	1,9	3	7,9		1,9	2	7,9	
2,0	3	8,0	9	2,0	3	8,0		2,0	2	8,0	
2,1	3	8,1	9	2,1	3	8,1		2,1	2	8,1	
2,2	3	8,2	9	2,2	2	8,2		2,2	1	8,2	
2,3	3	8,3	10	2,3	3	8,3		2,3	2	8,3	
2,4	3	8,4	14	2,4	2	8,4		2,4	1	8,4	
2,5	3	8,5	14	2,5	2	8,5		2,5	2	8,5	
2,6	2	8,6	14	2,6	1	8,6		2,6	1	8,6	
2,7	2	8,7	13	2,7	2	8,7		2,7	1	8,7	
2,8	2	8,8	7	2,8	2	8,8		2,8	2	8,8	
2,9	2	8,9	8	2,9	1	8,9		2,9	2	8,9	
3,0	2	9,0	5	3,0	2	9,0		3,0	2	9,0	
3,1	2	9,1	4	3,1	1	9,1		3,1	2	9,1	
3,2	2	9,2	6	3,2	2	9,2		3,2	2	9,2	
3,3	1	9,3	8	3,3	2	9,3		3,3	2	9,3	
3,4	2	9,4	9	3,4	1	9,4		3,4	3	9,4	
3,5	1	9,5		3,5	2	9,5		3,5	2	9,5	
3,6	2	9,6		3,6	3	9,6		3,6	3	9,6	
3,7	2	9,7		3,7	3	9,7		3,7	3	9,7	
3,8	2	9,8		3,8	3	9,8		3,8	3	9,8	
3,9	3	9,9		3,9	3	9,9		3,9	2	9,9	
4,0	2	10,0		4,0	3	10,0		4,0	2	10,0	
4,1	2	10,1		4,1	3	10,1		4,1	2	10,1	
4,2	2	10,2		4,2	3	10,2		4,2	2	10,2	
4,3	1	10,3		4,3	2	10,3		4,3	2	10,3	
4,4	2	10,4		4,4	3	10,4		4,4	2	10,4	
4,5	2	10,5		4,5	2	10,5		4,5	2	10,5	
4,6	1	10,6		4,6	2	10,6		4,6	2	10,6	
4,7	2	10,7		4,7	2	10,7		4,7	2	10,7	
4,8	1	10,8		4,8	2	10,8		4,8	3	10,8	
4,9	2	10,9		4,9	3	10,9		4,9	3	10,9	
5,0	2	11,0		5,0	2	11,0		5,0	4	11,0	
5,1	3	11,1		5,1	2	11,1		5,1	4	11,1	
5,2	3	11,2		5,2	3	11,2		5,2	6	11,2	
5,3	3	11,3		5,3	3	11,3		5,3	6	11,3	
5,4	3	11,4		5,4	3	11,4		5,4	6	11,4	
5,5	3	11,5		5,5	4	11,5		5,5	6	11,5	
5,6	3	11,6		5,6	5	11,6		5,6	7	11,6	
5,7	3	11,7		5,7	6	11,7		5,7	7	11,7	
5,8	4	11,8		5,8	7	11,8		5,8	6	11,8	
5,9	4	11,9		5,9	7	11,9		5,9	8	11,9	
6,0	4	12,0		6,0	7	12,0		6,0	8	12,0	



Projekt: P 2792/17
 Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten Erschließung "Halde V", Weinstadt-Endersbach

Rammsondierungen DPH
 ausgeführt durch: Althaus/Desideri
 ausgeführt am: 13.01.2017

SRS-4				SRS-5				SRS-6			
bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]		bis Tiefe [m]							
0,0		6,0		0,0		6,0		0,0		6,0	
0,1	1	6,1	5	0,1	1	6,1	5	0,1	1	6,1	8
0,2	1	6,2	5	0,2	1	6,2	4	0,2	1	6,2	7
0,3	2	6,3	5	0,3	2	6,3	4	0,3	2	6,3	6
0,4	1	6,4	6	0,4	1	6,4	4	0,4	1	6,4	5
0,5	2	6,5	6	0,5	1	6,5	5	0,5	1	6,5	6
0,6	2	6,6	6	0,6	1	6,6	7	0,6	2	6,6	5
0,7	1	6,7	6	0,7	1	6,7	9	0,7	2	6,7	5
0,8	1	6,8	6	0,8	2	6,8	10	0,8	3	6,8	12
0,9	2	6,9	7	0,9	3	6,9	10	0,9	2	6,9	26
1,0	2	7,0	5	1,0	2	7,0	11	1,0	3	7,0	16
1,1	2	7,1	4	1,1	3	7,1	11	1,1	3	7,1	18
1,2	2	7,2	5	1,2	3	7,2	13	1,2	3	7,2	16
1,3	2	7,3	4	1,3	2	7,3	13	1,3	2	7,3	9
1,4	3	7,4	3	1,4	3	7,4	16	1,4	2	7,4	8
1,5	3	7,5	4	1,5	3	7,5		1,5	2	7,5	
1,6	2	7,6	4	1,6	3	7,6		1,6	2	7,6	
1,7	3	7,7	6	1,7	4	7,7		1,7	2	7,7	
1,8	3	7,8	5	1,8	3	7,8		1,8	2	7,8	
1,9	2	7,9	6	1,9	3	7,9		1,9	2	7,9	
2,0	2	8,0	6	2,0	4	8,0		2,0	2	8,0	
2,1	1	8,1	7	2,1	2	8,1		2,1	1	8,1	
2,2	2	8,2	7	2,2	1	8,2		2,2	2	8,2	
2,3	2	8,3	7	2,3	2	8,3		2,3	1	8,3	
2,4	1	8,4	7	2,4	1	8,4		2,4	2	8,4	
2,5	2	8,5		2,5	2	8,5		2,5	2	8,5	
2,6	2	8,6		2,6	1	8,6		2,6	2	8,6	
2,7	1	8,7		2,7	2	8,7		2,7	2	8,7	
2,8	2	8,8		2,8	1	8,8		2,8	2	8,8	
2,9	1	8,9		2,9	2	8,9		2,9	2	8,9	
3,0	1	9,0		3,0	1	9,0		3,0	2	9,0	
3,1	2	9,1		3,1	2	9,1		3,1	2	9,1	
3,2	2	9,2		3,2	2	9,2		3,2	3	9,2	
3,3	2	9,3		3,3	2	9,3		3,3	3	9,3	
3,4	2	9,4		3,4	1	9,4		3,4	2	9,4	
3,5	3	9,5		3,5	2	9,5		3,5	2	9,5	
3,6	3	9,6		3,6	2	9,6		3,6	2	9,6	
3,7	3	9,7		3,7	2	9,7		3,7	3	9,7	
3,8	2	9,8		3,8	2	9,8		3,8	2	9,8	
3,9	3	9,9		3,9	3	9,9		3,9	3	9,9	
4,0	3	10,0		4,0	3	10,0		4,0	4	10,0	
4,1	2	10,1		4,1	2	10,1		4,1	3	10,1	
4,2	2	10,2		4,2	1	10,2		4,2	4	10,2	
4,3	2	10,3		4,3	2	10,3		4,3	4	10,3	
4,4	2	10,4		4,4	2	10,4		4,4	3	10,4	
4,5	3	10,5		4,5	2	10,5		4,5	4	10,5	
4,6	3	10,6		4,6	2	10,6		4,6	3	10,6	
4,7	3	10,7		4,7	1	10,7		4,7	4	10,7	
4,8	3	10,8		4,8	2	10,8		4,8	4	10,8	
4,9	3	10,9		4,9	3	10,9		4,9	3	10,9	
5,0	4	11,0		5,0	3	11,0		5,0	3	11,0	
5,1	5	11,1		5,1	4	11,1		5,1	4	11,1	
5,2	7	11,2		5,2	3	11,2		5,2	4	11,2	
5,3	9	11,3		5,3	4	11,3		5,3	5	11,3	
5,4	9	11,4		5,4	5	11,4		5,4	5	11,4	
5,5	9	11,5		5,5	4	11,5		5,5	6	11,5	
5,6	9	11,6		5,6	5	11,6		5,6	6	11,6	
5,7	8	11,7		5,7	5	11,7		5,7	6	11,7	
5,8	6	11,8		5,8	5	11,8		5,8	6	11,8	
5,9	7	11,9		5,9	5	11,9		5,9	7	11,9	
6,0	6	12,0		6,0	4	12,0		6,0	8	12,0	



Anlage 4

Laborprotokolle zur Bestimmung der Zustandsgrenzen

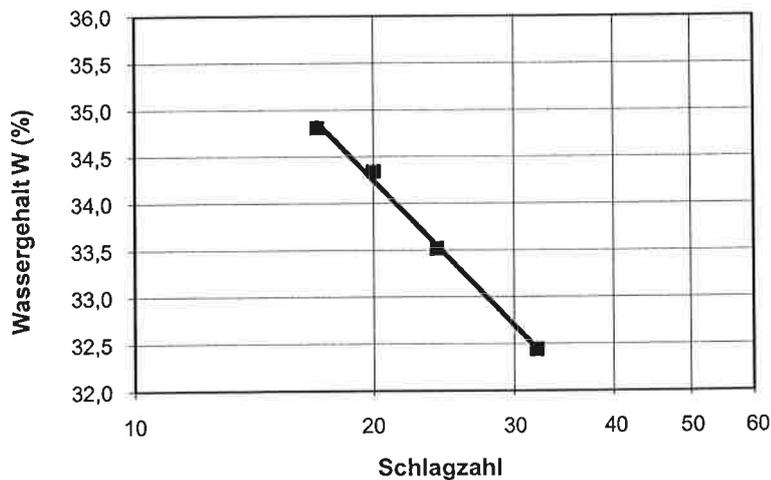


Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

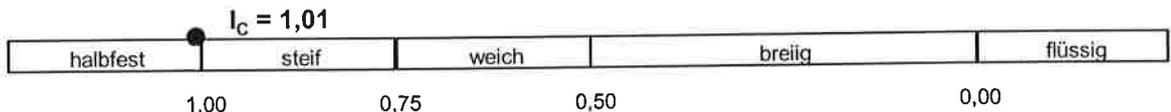
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Projekt-Nr. : P 2792/17
 Probenbezeichnung : P-1
 Entnahmestelle : RKS-1
 Entnahmetiefe : 2,50-3,00 m
 Probe entnommen am : 13.01.2017
 Art der Entnahme : gestört
 Bodenart : Lösslehm: U, t'

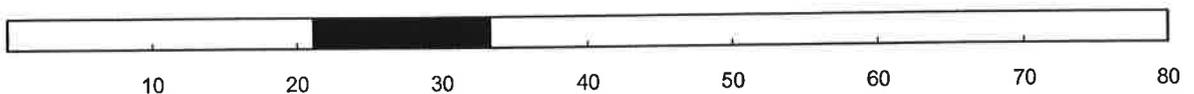
Fließgrenze W_L



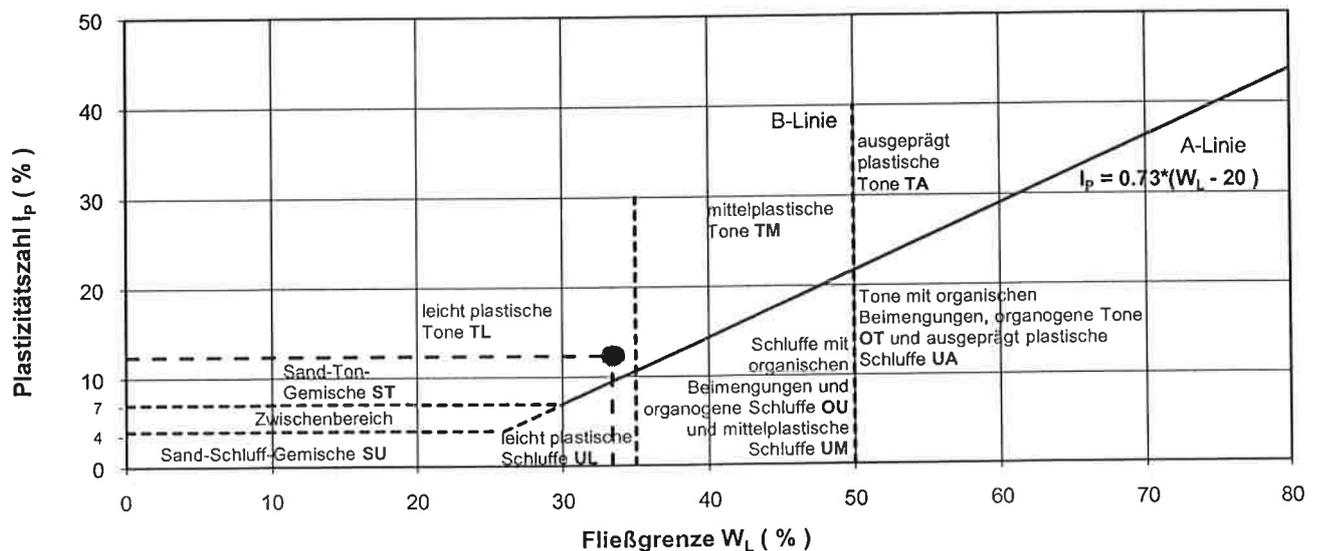
Wassergehalt W = 20,89%
 Fließgrenze W_L = 33,39%
 Ausrollgrenze W_P = 21,01%
 Plastizitätszahl I_P = 12,38%
 Konsistenzzahl I_C = 1,01
 Zustandsform = halbfest



Plastizitätsbereich (W_L bis W_P) (%)



Plastizitätsdiagramm





TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

Wassergehalt nach DIN 18 121

Projekt-Nr. : P 2792/17
Probenbezeichnung : P-1
Entnahmestelle : RKS-1
Entnahmetiefe : 2,50-3,00 m
Probe entnommen am : 13.01.2017
Art der Entnahme : gestört
Bodenart : Lösslehm: U, t'

Probenbezeichnung	P-1
Feuchte Probe + Behälter (g)	257,73
Trockene Probe + Behälter (g)	234,30
Behälter (g)	123,46
Trockene Probe (g)	110,84
Porenwasser (g)	23,43
Wassergehalt W (%)	21,14

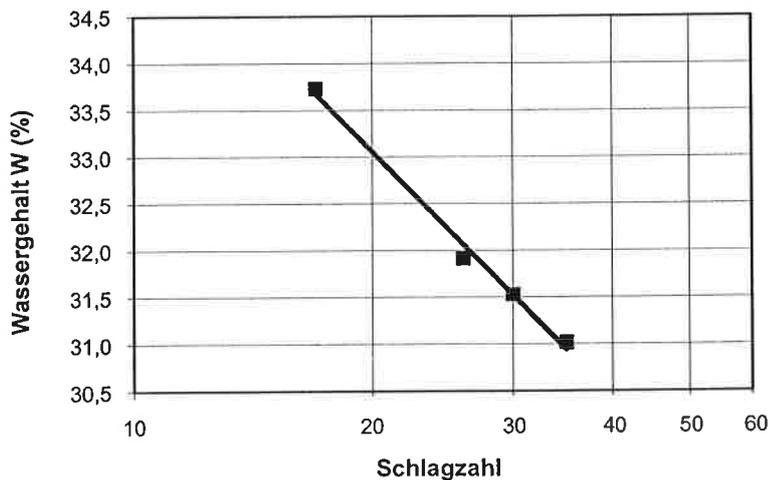


Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Projekt-Nr. : P 2792/17
 Probenbezeichnung : P-1
 Entnahmestelle : RKS-2
 Entnahmetiefe : 2,50-3,00 m
 Probe entnommen am : 13.01.2017
 Art der Entnahme : gestört
 Bodenart : Lösslehm: U, t'

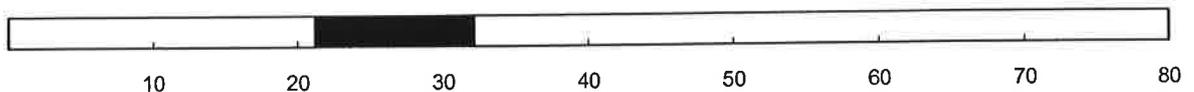
Fließgrenze W_L



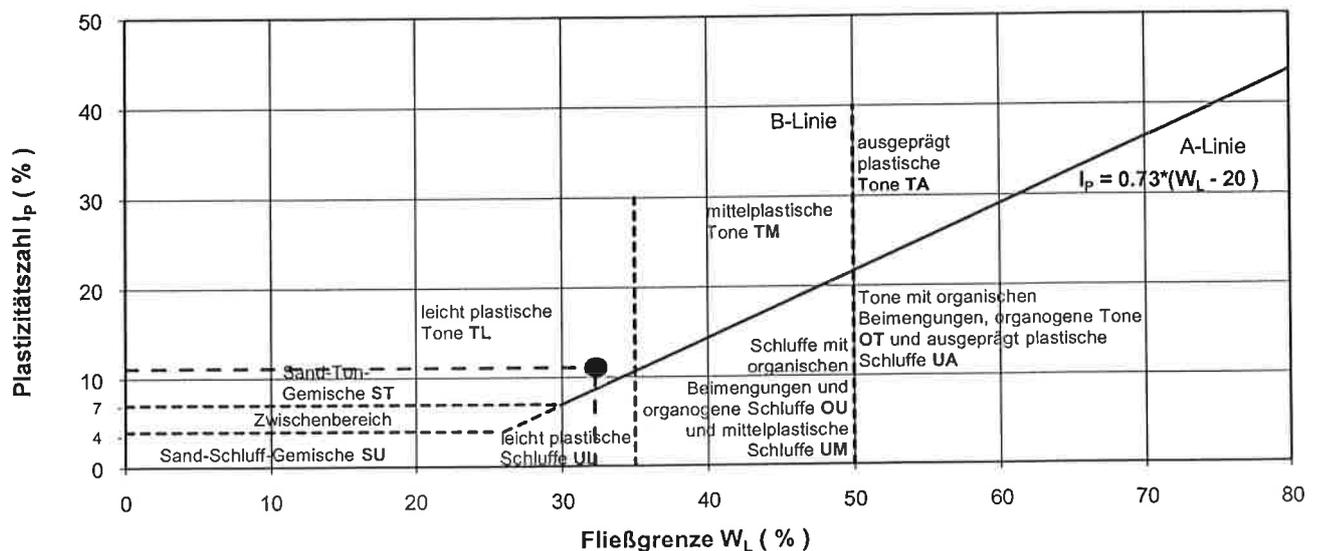
Wassergehalt W = 20,71%
 Fließgrenze W_L = 32,21%
 Ausrollgrenze W_P = 21,07%
 Plastizitätszahl I_P = 11,14%
 Konsistenzzahl I_C = 1,03
 Zustandsform = halbfest



Plastizitätsbereich (W_L bis W_P) (%)



Plastizitätsdiagramm





TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

Wassergehalt nach DIN 18 121

Projekt-Nr. : P 2792/17
Probenbezeichnung : P-1
Entnahmestelle : RKS-2
Entnahmetiefe : 2,50-3,00 m
Probe entnommen am : 13.01.2017
Art der Entnahme : gestört
Bodenart : Lösslehm: U, t'

Probenbezeichnung	P-1
Feuchte Probe + Behälter (g)	259,91
Trockene Probe + Behälter (g)	236,34
Behälter (g)	123,68
Trockene Probe (g)	112,66
Porenwasser (g)	23,57
Wassergehalt W (%)	20,92

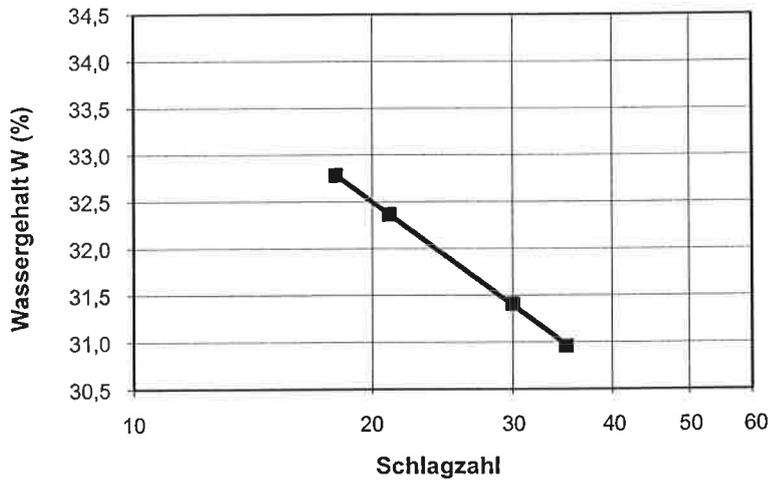


Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

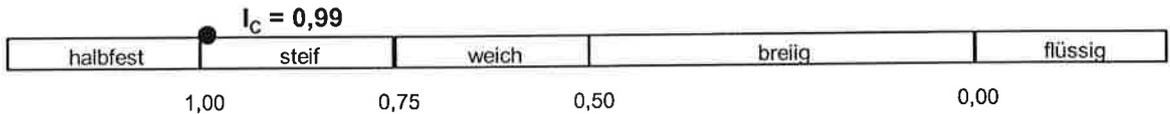
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Projekt-Nr. :	P 2792/17
Probenbezeichnung :	P-1
Entnahmestelle :	RKS-4
Entnahmetiefe :	2,50-3,00 m
Probe entnommen am :	13.01.2017
Art der Entnahme :	gestört
Bodenart :	Lösslehm: U, t'

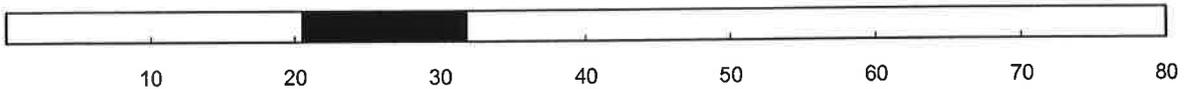
Fließgrenze W_L



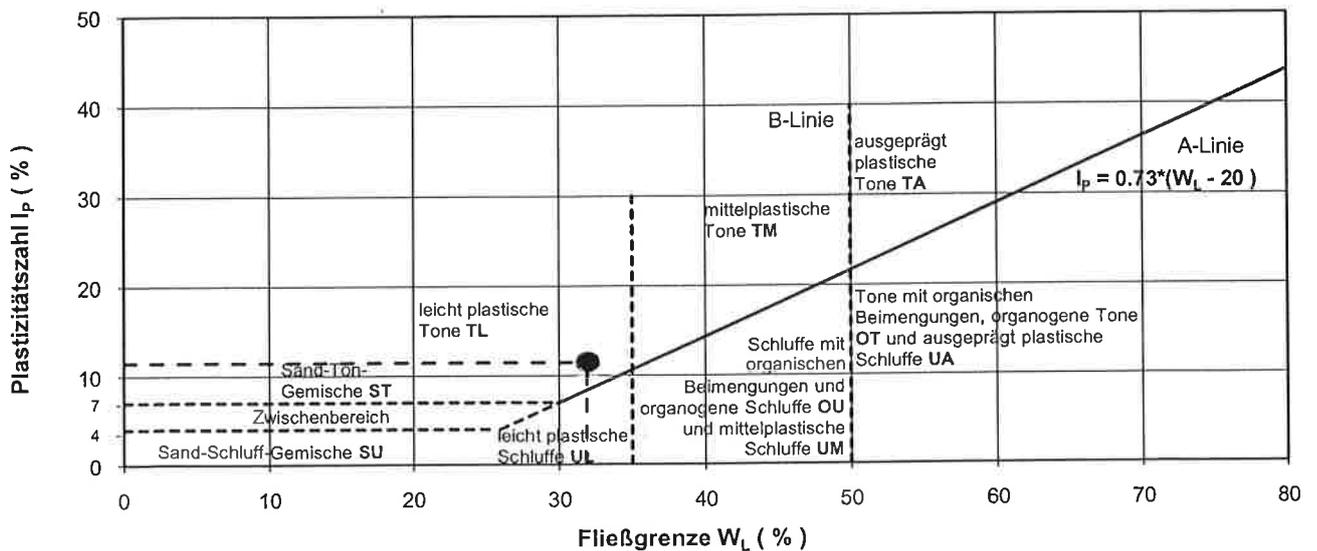
Wassergehalt W	=	20,47%
Fließgrenze W_L	=	31,89%
Ausrollgrenze W_P	=	20,40%
Plastizitätszahl I_P	=	11,49%
Konsistenzzahl I_C	=	0,99
Zustandsform	=	steif



Plastizitätsbereich (W_L bis W_P) (%)



Plastizitätsdiagramm





TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Projekt: BV Erschließung Halde V
Weinstadt-Endersbach

Wassergehalt nach DIN 18 121

Projekt-Nr. : P 2792/17
Probenbezeichnung : P-1
Entnahmestelle : RKS-4
Entnahmetiefe : 2,50-3,00 m
Probe entnommen am : 13.01.2017
Art der Entnahme : gestört
Bodenart : Lösslehm: U, t'

Probenbezeichnung	P-1
Feuchte Probe + Behälter (g)	250,91
Trockene Probe + Behälter (g)	229,38
Behälter (g)	123,76
Trockene Probe (g)	105,62
Porenwasser (g)	21,53
Wassergehalt W (%)	20,38