

**GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo-
und Umwelttechnik mbH & Co. KG**

GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

BAUVORHABEN Neubau Feuerwehrhaus mit Nahversorger und Wohnen
Moosbronner Straße
Flurstücke Nrn.: 1078 bis 1089
76275 Ettlingen-Schöllbronn

AUFTRAGGEBER Stadt Ettlingen
Planungsamt
Schillerstraße 7-9
76275 Ettlingen

AUFTRAG-NR. 20-0255

DATUM 02.12.2020
Bm / we

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	5
2	Unterlagen	5
3	Projektstandort	6
3.1	Lage und aktuelle Geländesituation	6
3.2	Erdbeben	6
3.3	Wasserschutzgebiet	6
3.4	Hochwasserrisiko	7
3.5	Kampfmittel	7
4	Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie	7
5	Untersuchungsprogramm	7
5.1	Baugrundaufschlüsse	7
5.2	Geotechnische Laborversuche	8
6	Baugrund	8
6.1	Allgemeine Baugrundverhältnisse	8
6.2	Untergrundaufbau	9
6.3	Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte	10
6.4	Grundwasser	11
7	Gründung	11
7.1	Allgemeines, Höhen, Lasten	11
7.2	Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte	12
7.3	Einzel- und Streifenfundamente	13
7.4	Bodenplatte	14
8	Weitere Hinweise und Empfehlungen	15
9	Zusammenfassung	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte	10
Tabelle 2	Sohlwiderstände für Streifen- und Einzelfundamente	13
Tabelle 3	Bettungsmoduln für eine elastisch gebettete Bodenplatte	14

Verteiler: 2-fach: Stadt Ettlingen – Planungsamt
Frau Neslihan Akyildiz
Schillerstraße 7 - 9
76275 Ettlingen
sowie als PDF an: neslihan.akyildiz@ettlingen.de

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000

Anlage 1.2 Lageplan (Luftbild) mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000

Anlage 2 Bohrprofile, Rammdiagramme

Anlage 3 Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 3.1 Körnungskurven

Anlage 3.2 Plastizitätsdiagramme, Konsistenzgrenzen

Anlage 3.3 Zusammenstellung Laborversuche

1 Auftrag

Die Stadt Ettlingen plant den am nördlichen Ortsrand des Ettlinger Höhenstadtteils Schöllbronn, östlich der Moosbronner Straße, den Neubau eines Feuerwehrhauses mit Nahversorger und Wohnen.

Unser Büro wurde mit der Baugrunderkundung sowie der geotechnischen Beratung beauftragt.

2 Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- [2.1] Lageplan, M 1 : 1.000, Stand: April 2020, Schöffler Stadtplaner Architekten, Karlsruhe
- [2.2] Geländeaufnahme, erhalten am 29.10.2020 durch die Stadt Ettlingen
- [2.3] Kanal- und Leitungspläne, Stadt Ettlingen
- [2.4] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25.000, 7116 Malsch, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br., 1984
- [2.5] Auszug aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG, online), Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg, 2020
- [2.6] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005
- [2.7] Überflutungsflächen und Wasserschutzgebiete, Daten- und Kartendienst (online), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2020
- [2.8] Ergebnisse von 9 Kleinrammbohrungen und 3 Rammsondierungen, ausgeführt durch GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Karlsruhe, 08. und 09.09.2020

[2.9] Ergebnisse von bodenmechanischen Laborversuchen, ausgeführt durch GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG

3 Projektstandort

3.1 Lage und aktuelle Geländesituation

Der Projektstandort befindet sich am nördlichen Ortsrand von Ettlingen-Schöllbronn. Die Lage ist in **Anlage 1.1** in einem Ausschnitt aus der topografischen Karte markiert.

Das Baufeld umfasst die Flurstücke mit den Nummern 1078 bis 1089. Das Areal hat eine Fläche von ca. 11.070 m². Im Westen wird das Grundstück durch die Moosbronner Straße begrenzt. Im Süden sowie Südosten grenzen mit Wohnhäusern bebaute Grundstücke und ein Friedhof an das Baufeld. An den restlichen Baufeldgrenzen schließen Grünflächen an.

Das Baufeld ist derzeit eine Streuobstwiese. Das Gelände fällt von Nord nach Süd um etwa 2 m ab.

Die aktuelle Geländesituation geht aus dem Lageplan in der **Anlage 1.2** hervor.

3.2 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg [2.6] liegt der Standort in der Erdbebenzone 1 und im Bereich der Untergrundklasse R. Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist von der Baugrundklasse C auszugehen.

3.3 Wasserschutzgebiet

Das Baufeld befindet sich nach [2.7] in der Wasserschutzgebietszone IIIB des seit dem 18.01.1982 rechtskräftig festgesetzten Wasserschutzgebietes „Ettlingen, OT Schöllbronn“ (WSG-Nr. Amt 215.034).

3.4 Hochwasserrisiko

Nach der aktuellen Hochwassergefahrenkarte [2.7] liegt das Grundstück außerhalb von Überflutungsflächen.

3.5 Kampfmittel

Es wurden keine Untersuchungen in Hinblick auf Kampfmittel durchgeführt.

4 Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme umfasst 3 Gebäude. Die an der Moosbronner Straße gelegenen Gebäude haben ein bis drei aufgehende Geschosse und jeweils eine Tiefgarage. Das dritte Gebäude im Osten des Baufelds hat ein bis zwei aufgehende Geschosse und ist unterkellert. Ein Lageplan der geplanten Bebauung ist als **Anlage 1.2** beigefügt.

Zu den geplanten Außenanlagen zählen Parkplätze sowie eine Parkanlage.

Das Bauvorhaben ist aufgrund seiner konventionellen Gründung und der einheitlich zu erfassenden Baugrund- und Belastungsverhältnisse in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

5 Untersuchungsprogramm

5.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Baugrunderkundung wurden durch die GHJ Ingenieurgesellschaft folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 9 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 9) bis in Tiefen von max. 5 m
- 3 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH 3, DPH 5 und DPH 9) bis in Tiefen von max.6 m

Die Lage der Ansatzpunkte ist in **Anlage 1.2** dargestellt.

Die Aufschlusspunkte wurden mittels GNNS im System m NHN (2016) eingemessen. Demnach liegen die Höhen der Aufschlüsse zwischen 343,66 m NHN (BS 9, südwestlicher Grundstücksbereich) und 346,44 m NHN (BS 5, südöstlicher Grundstücksbereich).

In der **Anlage 2** sind die Ergebnisse der Aufschlüsse als Bohrprofile nach DIN 4023 bzw. als Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2 dargestellt. In den Rammdiagrammen ist die erforderliche Anzahl an Schlägen N_{10} für das Eindringen der Sonde um jeweils 10 cm über der Tiefe aufgetragen.

5.2 Geotechnische Laborversuche

Zur genaueren Ansprache und Klassifizierung der angetroffenen Böden wurden folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 11 x Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 2 x Plastizitätsversuch (Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG) nach DIN 18122
- 2 x Glühverlust (organischer Gehalt) nach DIN 18128 GL
- 11 x Wassergehalt (durch Ofentrocknung)

Die Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen sind in **Anlage 3.1** als Körnungskurven dargestellt. Die Ergebnisse des Plastizitätsversuchs (Konsistenzgrenzen, Plastizitätsdiagramm) sind der **Anlage 3.2** zu entnehmen.

Eine Zusammenstellung der Laborversuche mit zusätzlich ermittelten Wassergehalten und Glühverlusten ist als **Anlage 3.3** beigefügt.

6 Baugrund

6.1 Allgemeine Baugrundverhältnisse

Nach der geologischen Karte [2.4] sind die allgemeinen Baugrundverhältnisse durch Lösslehme und Verwitterungs-/Umlagerungsbildungen gekennzeichnet. Diese Böden werden vom unterlagernden Sandstein (Plattensandstein-Formation) unterlagert.

6.2 Untergrundaufbau

In den durchgeführten Aufschlüssen wurden bis in eine Tiefe von ca. 1,3 m bis 2,3 m schwach feinsandigen bis feinsandigen Schluffe erbohrt. In den oberen ca. 0,2 m bis 0,6 m waren die Schluffe (Löss) durchwurzelt. Die Konsistenz der Schluffe war meist halbfest, teils auch steif. Häufig sind die Böden aktuell auch als bröselig zu beschreiben. Der Löss ist überwiegend hellbraun bis beige.

Auf die Schluffe folgen in allen Aufschlüssen außer BS 8 meist schwach feinsandige Tone (Lösslehm). Die Konsistenz der Tone war meist steif bis halbfest. Die Wassergehalte der Tone lagen zwischen 17,5 % und 31,3 %. Teilweise waren die Tone auch schwach organisch (Glühverlust bei $V_{GI} \approx 4,8\%$). Der Lösslehm ist überwiegend braun bis hellbraun.

Zur Beurteilung der Plastizität wurde an zwei der Bodenproben (BS 4, 3,0 – 3,7 m und BS 8, 3,0 – 3,6 m) die Fließ- und die Ausrollgrenze nach Atterberg bestimmt. Die Plastizitätsdiagramme sind als **Anlage 3.2** beigefügt. Beide Versuche ergaben einen mittelplastischen Ton von halbfester Konsistenz.

Auf die Lösslehme folgen ab einer Tiefe von 2,0 m bis 3,7 m (ca. 341,9 m NHN bis 344,8 m NHN) die sandigen bzw. kiesigen Tone der Verwitterungszone. Die Konsistenz war halbfest bis fest. Bei den sandig-kiesigen Bestandteilen handelt es sich um zersetzten Sand- bzw. Tonstein. Diese Böden sind überwiegend rot bis rotbraun.

Die kompakteren Lagen der Felsverwitterungszone wurden nur in den Bohrungen BS 2 und BS 9 erbohrt. In BS 2 wurde in einer Tiefe von ca. 4 m Sandsteinbruchstücke erbohrt. Die Bohrung musste dann aufgrund zu hoher Rammwiderstände abgebrochen werden. In BS 9 wurde in einer Tiefe von ca. 4,5 m eine etwa 0,4 m mächtige Lage toniger Sandstein in Kieskorngroße erbohrt.

In den Rammsondierungen DPH 3 und DPH 9 war in einer Tiefe von ca. 5,5 m und 5,6 m ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen zu erkennen ($N_{10} \approx 100$). Dies entspricht einer geodätischen Höhe von 339,64 m NHN und 338,06 m NHN. In DPH 5 ergaben die Schlagzahlen bis in 6 m Tiefe bzw. bis 340,44 m NHN keine Hinweise auf das Erreichen des Festgesteins.

6.3 Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte

Aus den durchgeführten Untersuchungen wurde das in **Tabelle 1** angegebene Baugrundmodell (ohne durchwurzelte Bodenzone) abgeleitet, in dem der Baugrund in Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten), VOB Teil C, 2019, unterteilt ist.

Die angegebenen Bandbreiten der Kennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen. In den durchgeführten Nachweisen werden für den jeweiligen Fall zutreffende Rechenwerte ausgewählt und in den Berechnungen angesetzt.

Tabelle 1 Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte

Homogenbereich		1	2
Bezeichnung nach DIN 4023		Löss und Lösslehm: Schluff / Ton, (schwach) feinsandig	Verwitterungszone: Ton, sandig/kiesig, lokal Kies, sandig, tonig
Bezeichnung nach DIN 14688 (nur Hauptbodenarten)		Si, Cl	Cl
Bodengruppen nach DIN 18196		UL, UM, TL, TM	TL, TM
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17		F3	F3
Schichtunterkante	[m NHN]	≈ 341,8 – 344,8	-- ^a
Schichtmächtigkeit	[m]	≈ 1,3 – 2,3	> 2,0
Konsistenz / Lagerung	[-]	steif bis fest / bröselig	halbfest bis fest
Korngrößenverteilung obere Kornkennzahl:	[-]	35/65/0/0	60/40/0/0
untere Kornkennzahl	[-]	10/70/20/0	20/30/20/30
Steine d = 63 – 200 mm	[Gew.-%]	--	< 20
Blöcke d = 200 – 630 mm	[Gew.-%]	--	< 10
Dichte ρ	[t/m ³]	1,8 – 2,1	1,9 – 2,1
Wassergehalt w	[Gew.-%]	5 – 25	15 – 25
Plastizitätszahl I _p	[%]	3 – 25	15 – 30
Konsistenzzahl I _c	[-]	> 0,75	> 1,0
Lagerungsdichte I _D	[%]	--	--
undrainede Scherfestigkeit c _u	[kN/m ²]	15 – 100	25 – 100
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC)	[g/t]	50 – 100 (kaum abrasiv)	50 – 100 (kaum abrasiv)
organischer Anteil	[Gew.-%]	< 2	< 6

Homogenbereich		1	2
Reibungswinkel φ	[°]	25 – 30	25 – 30
Kohäsion c	[kN/m ²]	2 – 15	5 – 30
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	15 – 50	20 – 70
Wichte γ	[kN/m ³]	18 – 21	19 – 21
Wichte u. Auftrieb γ'	[kN/m ³]	8 – 11	9 – 11
Durchlässigkeit k	[m/s]	ca. 10^{-8} – 10^{-6}	ca. 10^{-9} – 10^{-6}

a = nicht in allen Aufschlüssen angetroffen

6.4 Grundwasser

Die am 08. und 09.09.2020 bis in eine Tiefe von 5,0 m unter GOK durchgeführten Bohrungen ergaben keine Hinweise auf Grundwasser. Für den Standort liegen keine Karten mit Grundwasserhöhengleichen oder Ergebnisse von langjährig beobachteten Grundwassermessstellen vor.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist in einer für das Bauvorhaben relevanten Tiefe nicht zu erwarten. In den anstehenden Böden kann jedoch temporär Schicht- und Sickerwasser vorhanden sein.

7 Gründung

7.1 Allgemeines, Höhen, Lasten

Nach den vorliegenden Planunterlagen ist bei 2 der 3 Neubauten der Bau einer Tiefgarage vorgesehen. Der dritte Neubau ist teilunterkellert. Bauhöhen wurden bisher nicht festgelegt. Nach den Angaben der Auftraggeberin soll die Zufahrt zur nördlichen Tiefgarage ebenerdig auf dem Niveau der Moosbronner Straße erfolgen. Alle Gebäude sollen auf diesem Niveau gegründet werden. Im Bereich der Tiefgarageneinfahrt ist aus den vorliegenden Planunterlagen [2.2] eine aktuelle Geländehöhe der Moosbronner Straße von etwa 343,0 m NHN zu entnehmen. Wir gehen weiter von einer Geschosshöhe der Tiefgarage von 3 m aus. Daraus leiten wir uns folgende Bauhöhen ab:

OK Einfahrt TG	= ± 0,00 m	343,00 m NHN
OK FFB TG	= ± 0,00 m	343,00 m NHN
OK FFB EG	= + 3,00 m	346,00 m NHN

Demnach liegt die Gründungssohle des Gebäudes meist in den halbfesten bis festen Tonen (Lösslehm) oder den kiesig/sandigen Tonen der Felsverwitterungszone. Lokal stehen im Gründungsbereich auch Schluffe an (BS 9). Eine Flachgründung des Gebäudes ist bei den gegebenen Baugrundverhältnissen problemlos möglich.

Nachfolgend wird eine Gründung über Einzel- und Streifenfundamente und alternativ über eine lastabtragende, elastisch gebettete Bodenplatte beispielhaft für den zentralen Bereich untersucht (orientiert an BS 7).

7.2 Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte

Für den Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 sowie die Setzungsberechnungen nach DIN 4019 werden folgende bodenmechanischen Kennwerte angesetzt:

Ton, steif - halbfest	bis 341,6 m NHN
	$\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 9 \text{ kN/m}^3$
	$\phi'_k = 27,5^\circ$
	$c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$
	$E_s = 18 \text{ MN/m}^2$
Verwitterungszone:	bis 340,6 m NHN
Ton, sandig/kiesig,	$\gamma_k / \gamma'_k = 19,5 / 9,5 \text{ kN/m}^3$
halbfest	$\phi'_k = 27,5^\circ$
	$c'_k = 8 \text{ kN/m}^2$
	$E_s = 30 \text{ MN/m}^2$
Verwitterungszone:	unterhalb 340,6 m NHN
Ton / Kies / Sand,	$\gamma_k / \gamma'_k = 20 / 10 \text{ kN/m}^3$
fest	$\phi'_k = 27,5^\circ$
	$c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$
	$E_s = 50 \text{ MN/m}^2$

7.3 Einzel- und Streifenfundamente

Es wurde eine Einbindetiefe der Einzel- und Streifenfundamente von $t = 0,8$ m untersucht. Damit ergibt sich folgende Gründungsebene:

$$\text{UK Fundamente} = -0,8 \text{ m} = 342,2 \text{ m NHN}$$

Für eine Vordimensionierung von Streifenfundamenten sowie von quadratischen Einzelfundamenten empfehlen wir den Ansatz folgender aufnehmbarer Sohldrücke $\sigma_{E,k}$ (für charakteristische Lasten, Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,0$, globale Sicherheit $\eta \geq 2,0$) bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (Bemessungssituation BS-P, Abminderung des Bruchwerts mit $\gamma_{R,v} = 1,40$). In der Tabelle sind zudem die rechnerisch zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Wir schlagen aber vor, auf der Grundlage der tatsächlichen Lasten und Höhenlage der Gründung detaillierte Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchzuführen, um die Tragfähigkeit optimal ausnutzen zu können.

Tabelle 2 Sohlwiderstände für Streifen- und Einzelfundamente

	Abmessungen [m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzung s [cm]
Streifenfundamente	b = 0,6	225	325	0,9
	b = 0,8	245	350	1,1
	b = 1,0	265	375	1,4
	b = 1,4	305	435	1,9
	b = 1,8	340	485	2,4
quadratische Einzelfundamente	a = b = 0,6	300	425	0,6
	a = b = 1,0	330	470	1,0
	a = b = 1,4	365	525	1,4
	a = b = 1,8	395	565	1,8
	a = b = 2,2	420	595	2,2

Die in der Tabelle angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes wurden so begrenzt, dass die rechnerisch zu erwartenden Setzungen einen Wert von 2,0 cm nicht überschreiten.

Die angegebenen Werte gelten für lotrechten, zentrischen Lastangriff. Bei außermittigem oder nicht senkrechtem Lastangriff darf nur derjenige Teil der Sohlfläche angesetzt werden, für den die Resultierende der Einwirkungen im Schwerpunkt steht ($b' = b - 2 \cdot e$).

Das vertretbare Maß an Setzungen, Setzungsdifferenzen und Verdrehungen ist von der jeweiligen Konstruktion des Bauwerkes abhängig. Setzungen in der o. g. Größenordnung dürften für die Konstruktion unproblematisch sein.

7.4 Bodenplatte

Es wurde eine Bodenplatte mit einer Plattenstärke von 30 cm ebenfalls beispielhaft für den zentralen Bereich untersucht (orientiert an BS 7). Damit ergibt sich folgende Gründungsebene:

$$\text{UK Bodenplatte} = -0,3 \text{ m} = 342,7 \text{ m NHN}$$

Aus geotechnischer Sicht kann die Gründung der Bodenplatte auf den mindestens halbfesten Tonen erfolgen.

Zum Schutz des Planums ist unmittelbar nach dem Aushub eine Sauberkeitsschicht aufzubringen. Sofern weiche oder aufgeweichte Böden in der Gründungssohle anstehen, sind diese zu entfernen und durch eine Verstärkung der Sauberkeitsschicht zu ersetzen.

Zur Ermittlung der Bettungsmoduln für die Bemessung der Bodenplatte auf elastischer Bettung wurde im Feld zwischen den lastabtragenden Wänden eine charakteristische Flächenlast von 50 kN/m² und unter lastabtragenden Wänden eine charakteristische Linienlast von 200 kN/m angesetzt. Für die Bemessung der elastisch gebetteten Bodenplatten kann dann von folgenden Bettungsmoduln ausgegangen werden:

Tabelle 3 Bettungsmoduln für eine elastisch gebettete Bodenplatte

Bereich	mitwirkende Plattenbreite [m]	Bettungsmodul k_s [MN/m ³]
unter Linienlasten $\leq 200 \text{ kN/m}$	1,0	17,5
	1,5	14
	2,0	12
unter großflächiger Last $\leq 50 \text{ kN/m}^2$	--	8,5

8 Weitere Hinweise und Empfehlungen

Herstellung der Baugrube, Verbau, Hinweise zu Fundamentgräben

Die ca. 3 m tiefen Baugrubenböschungen können in den anstehenden bindigen Böden unter einer Neigung von 60° hergestellt werden. Die Böschungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Falle von Schicht- oder Sickerwasserzutritt müssen die Böschungen in den entsprechenden Bereichen evtl. abgeflacht (ca. 45°) und Wasseraustritte gefasst und abgeleitet werden (z. B. Sickerschlitze und Drainagegräben mit Pumpensumpf). Mit Schicht- und Sickerwasser ist besonders in den Herbst- und Wintermonaten zu rechnen.

Entlang der Böschungsschulter ist ein mindestens 1 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Für größere Lasten wie z. B. Kran- oder Fahrzeuglasten in der Nähe der Böschungsschulter sind Standsicherheitsnachweise erforderlich.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen können Fundamentgräben von bis zu 1,25 m Tiefe gem. DIN 4124 senkrecht hergestellt werden.

Vorbereiten der Gründungssohlen

Der Aushub sollte mit einem Bagger mit Tieflöffel und glatter Schneide erfolgen, um baubetriebliche Auflockerungen zu vermeiden.

Nach der Profilierung empfehlen wir, die Gründungssohlen nachzuverdichten und unmittelbar anschließend zum Schutz vor Aufweichungen mit einer Sauberkeitsschicht zu versiegeln.

Aufgeweichte Böden in der Gründungssohle sind auszubauen und durch Tragschichtmaterialien (Verdichtung $D_{Pr} \geq 100\%$) oder Magerbeton (verstärkte Sauberkeitsschicht) zu ersetzen.

Verfüllung der Arbeitsräume, Abdichtung Untergeschoss

In den hier anstehenden Böden muss von einer Durchlässigkeit $k_f \ll 10^{-4}$ m/s ausgegangen werden, so dass sich von der Oberfläche infiltrierte Wasser (Sickerwasser)

im Arbeitsraum aufstauen kann. Die erdberührten Bauteile müssen demzufolge gemäß den Vorgaben der DIN 18533-1 bei einer Einbindetiefe bis 3 m für eine Beanspruchung durch „mäßige Einwirkung von drückendem Wasser („Wassereinwirkungsklasse W2.1-E“) und bei einer Einbindetiefe über 3 m für eine Beanspruchung durch „hohe Einwirkung von drückendem Wasser („Wassereinwirkungsklasse W2.2-E“) ausgelegt werden.

Die Einwirkung aus drückendem (Stau-) Wasser kann durch die Anordnung einer Dränage nach DIN 4095 verhindert werden. Voraussetzung für eine wirksame Dränung ist das Vorhandensein einer Vorflut, in welche das anfallende (Drän-) Wasser rückstausicher abgeleitet werden kann (z. B. freie Entwässerung in tiefer liegende Grundstücksbereiche). Mit Dränung ist nach DIN 18533-1 für die erdberührten Bauteile eine Abdichtung für eine Beanspruchung durch „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser“ („Wassereinwirkungsklasse W1.2-E“) ausreichend.

Zur Begrenzung des Wasseranstieges in der Arbeitsraumverfüllung kann auch eine Dränage auf einem Zwischenniveau angeordnet werden (z. B. unterhalb von Licht- und Lüftungsöffnungen). Dadurch kann der Wasserdruck begrenzt werden.

Bei der Variante mit Dränung wirkt sich die Verwendung von wenig durchlässigen Materialien ($k_f \ll 10^{-4} \text{ m/s}$) zur Verfüllung der Arbeitsräume günstig auf die in der Dränage anfallende Wassermenge aus. Die Dränung vor den Wänden kann z. B. über Dränelemente oder über eine dünne Dränschicht aus einem Mineralgemisch (Kies-Sand) erfolgen (dabei ist die Filterstabilität zwischen den angrenzenden Böden zu gewährleisten). Die ans Gebäude anschließenden Flächen sind so zu gestalten, dass hier möglichst wenig Wasser versickern kann (z. B. Gefälle vom Gebäude weg, gering durchlässige Oberflächenbeläge, gering durchlässige Böden in nicht versiegelten Bereichen).

Als wenig durchlässiges Verfüllmaterial sind Böden der Bodengruppen GU oder SU besonders geeignet.

Die beim Aushub anfallenden feinkörnigen Böden sind zur Verfüllung der Arbeitsräume nur bedingt geeignet. Bei günstigen Witterungsbedingungen und in trockenem Zustand ist es möglich, sie in dünnen Lagen einzubauen, bei ungünstiger Witterung oder in nassem Zustand ist dies kaum möglich.

Für die Bauwerkshinterfüllung ist im Bereich der Verkehrsflächen ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ erforderlich. Im Bereich von begrünten Außenflächen kann die Ver-

dichtungsanforderung auf $D_{Pr} \geq 98 \%$ reduziert werden. Alle aneinander angrenzenden Böden müssen filterstabil sein. Sofern dies nicht der Fall ist, sind geeignete Trenngeotextilien einzubauen.

Abschließend weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass die Ausführung und Planung des Abdichtungs- und Drainagekonzeptes im Zuge der weiteren Leistungsphasen durch einen Fachplaner in Abstimmung mit dem Bauherrn und dem Architekten erfolgen muss.

Tiefgarage mit Rampe / Verkehrsflächen

Sofern die Variante mit Drainage ausgeführt wird, kann die Tiefgarage gepflastert hergestellt werden. In diesem Fall empfehlen wir auf der Oberkante der Tragschicht ein Verformungsmodul von 120 MN/m^2 anzustreben. Als Tragschichtmaterial wird ein gebrochenes Hartsteinmaterial der Körnung 2/32 mm oder 2/45 mm (d. h. sandfrei) vorgeschlagen. Dieses sehr durchlässige Material wirkt als Tragschicht und gleichzeitig als Dränageschicht (Fassung und Ableitung von Niederschlagswasser usw.). Weiter wird empfohlen, unter der Tragschicht zusätzlich einzelne Dränagestränge einzubauen.

Die Rampen liegen außerhalb der Gebäude und müssen deshalb mit einem frostsicheren Aufbau versehen werden. Als Schüttmaterial für Tiefgaragenrampen eignen sich grobkörnige Böden (Bodengruppen GW, GI, SW, SI), bis zur Unterkante des frostsicheren Aufbaus auch gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, Feinkornanteil bis 15 %). Für die gesamte Rampenschüttung ist bis 1,5 m unter OK Fahrbahn ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu fordern. Im Frosteinwirkungsbereich bis 0,8 m unter Fahrbahnoberkante sind nur frostsichere Materialien zulässig. Die Verdichtungsanforderungen richten sich hier nach dem gewählten Fahrbahnaufbau.

Unter den Verkehrsflächen außerhalb der Gebäude (z. B. Parkplätze) wird der Einbau einer mindestens 60 cm starken Frostschutz-/Tragschicht empfohlen. Wir empfehlen den Einbau von Tragschichtmaterialien nach TL SoB-StB 04 der Körnung 0/32 mm oder 0/45 mm (Verdichtungsanforderung $D_{Pr} \geq 100 \%$). Die Tragschicht ist zur Vermeidung von Wasseraufstau zu entwässern.

Erddruckansatz für die Bemessung der Untergeschosse

Für die statische Bemessung der Kellerwände ist der erhöhte aktive Erddruck ($0,5 \cdot E_0 + 0,5 \cdot E_a$) anzusetzen. Zusätzlich sind ggf. vorhandene Verkehrslasten und ggf. der Wasserdruck zu berücksichtigen. Vereinfachend dürfen für die Hinterfüllung bei Verwendung der o. g. Materialien folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden: $\gamma / \gamma' = 20 / 10 \text{ kN/m}^3$, $\varphi = 30^\circ$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$.

Umlagerung von Aushubmaterial zum Höhenausgleich

Die in den höher gelegenen Grundstücksbereichen beim Aushub anfallenden feinkörnigen Böden sind zur Geländeauffüllung grundsätzlich geeignet. Je nach Witterung ist evtl. die Zugabe eines Mischbindemittels (Kalk-Zementgemisch, z.B. DOROSOL C50) erforderlich.

Alternativ können zur Geländeauffüllung auch ausschließlich Fremdmaterialien verwendet werden. Hierfür eignen sich grobkörnige Böden (Bodengruppe GW, GI, SW, SI nach DIN 18196) oder auch gemischtkörnige Böden (Bodengruppe GU, GU*, GT, GT*).

Die Verdichtungsanforderung ist von der Nutzung abhängig und beträgt zwischen $D_{Pr} \geq 97 \% - 100 \%$.

Versickerung von Niederschlagswasser

Die Durchlässigkeit der angetroffenen bindigen Böden ist geringer als $k_f = 10^{-6} \text{ m/s}$. Dieser Wert wird im Arbeitsblatt ATV-DVWK A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ als Grenze des „entwässerungstechnisch relevanten Bereichs“ genannt.

Die am Projektstandort anstehenden Böden sind demnach als schwach durchlässig und somit aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit zur Versickerung von Oberflächenwasser als nicht geeignet einzustufen.

Baubegleitende Maßnahmen

Das Baugrundmodell resultiert aus punktuellen Aufschlüssen im Baufeld. Die Baugrundverhältnisse sind natürlichen Schwankungen unterworfen und können deshalb lokal von den Aufschlussergebnissen abweichen.

Im Zuge der Bauausführung ist deshalb die Überprüfung der getroffenen Annahmen erforderlich. Es wird gebeten, den Unterzeichner rechtzeitig zu benachrichtigen, um die Gründungssohle abzunehmen bzw. Verdichtungsprüfungen durchzuführen.

9 Zusammenfassung

Die Stadt Ettlingen plant den am nördlichen Ortsrand des Ettlinger Höhenstadtteils Schöllbronn, östlich der Moosbronner Straße, den Neubau eines Feuerwehrhauses mit Nahversorger und Wohnen. Die Gebäude werden alle unterkellert ausgeführt, es sind zwei Tiefgaragen vorgesehen. Die Gebäude umfassen 1 bis 3 aufgehende Geschosse.

Der Baugrund wurde durch 9 Kleinrammbohrungen sowie 3 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde bis in maximal 6 m Tiefe erkundet. Die Bohransatzpunkthöhen liegen zwischen 343,66m NHN und 346,44 m NHN.

In den durchgeführten Aufschlüssen wurden bis in eine Tiefe von ca. 1,3 m bis 2,3 m schwach feinsandigen bis feinsandigen Schluffe (Löss) erbohrt. Auf die Schluffe folgen in den meisten Aufschlüssen meist schwach feinsandige Tone (Lösslehm). Auf die Lösslehme folgen ab einer Tiefe von ca. 341,9 m NHN bis 344,8 m NHN die sandigen bzw. kiesigen Tone der Verwitterungszone. Bei den sandig-kiesigen Bestandteilen handelt es sich um zersetzten Sand- bzw. Tonstein. Die kompakteren Lagen der Felsverwitterungszone wurden nur in den Bohrungen BS 2 und BS 9 sowie in den Rammsondierungen DPH 3 und DPH 9 aufgeschlossen.

Der Standort liegt in der Erdbebenzone 1.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist in einer für das Bauvorhaben relevanten Tiefe nicht zu erwarten. In den anstehenden Böden kann jedoch temporär Schicht- und Sickerwasser vorhanden sein.

Das Gründungsniveau liegt meist in den natürlich anstehenden Tonen. Die anstehenden Böden sind für eine Flachgründung geeignet.

Eventuell auftretende Fragen können in einem Nachtrag zum Gutachten oder im Rahmen von Besprechungen geklärt werden.



Dipl.-Ing. K. Wehrle



M.Sc. L. Bergmann

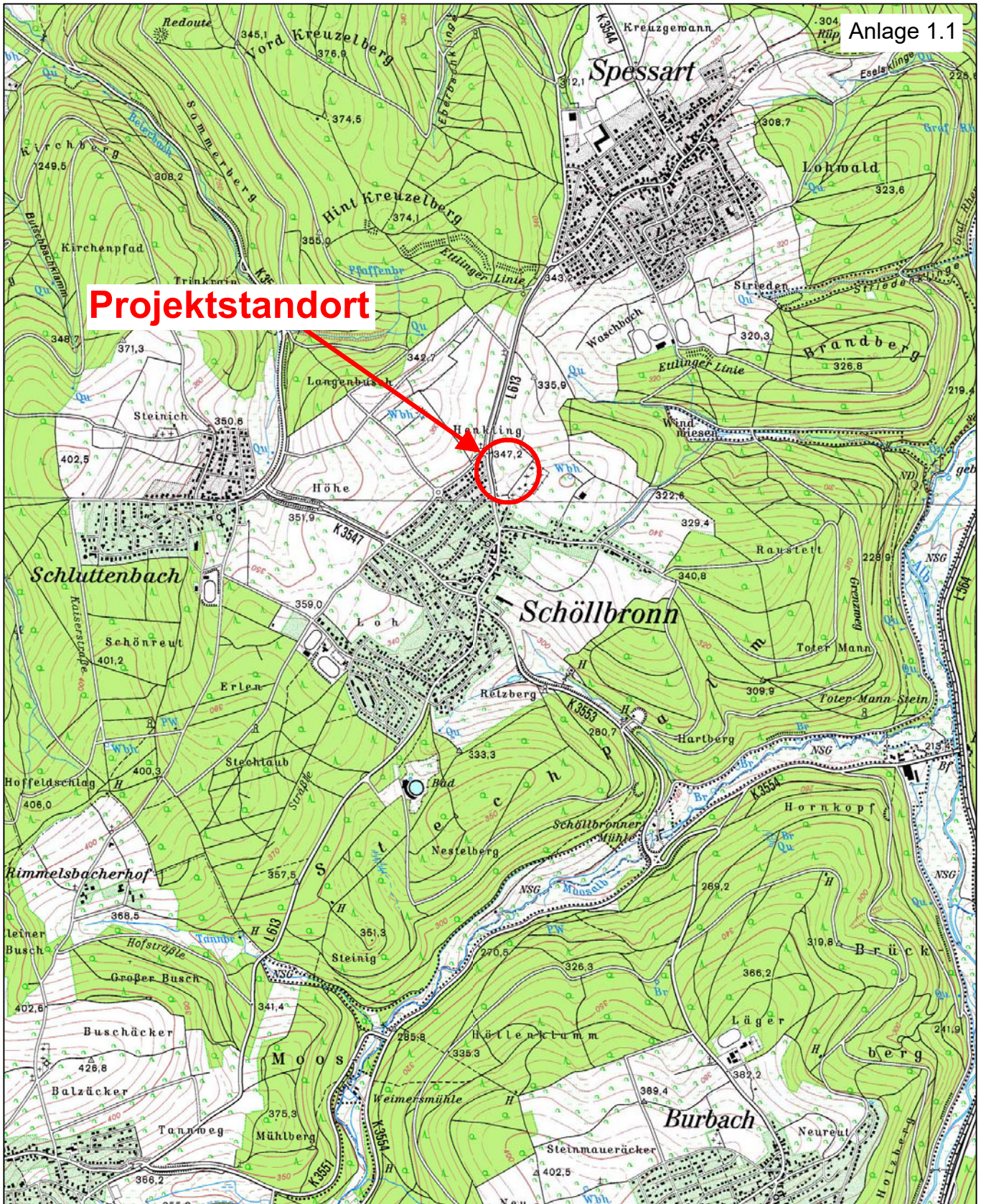
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Feuerwehrhaus mit Nahversorger und Wohnen
Moosbronner Straße
Flurstücke Nrn.: 1078 bis 1089
76275 Ettlingen-Schöllbronn

Anlage 1

Lagepläne

- Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000
- Anlage 1.2 Lageplan (Luftbild) mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000



Projektstandort



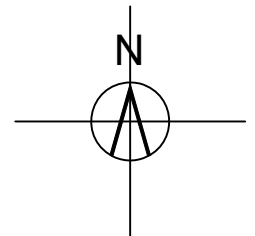
Kartengrundlage:
 TopMaps25 - Amtliche Topografische Karten 1:25 000, digital
 (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Wü.; 2012)

Bauvorhaben:	Neubau Feuerwehrhaus Höhenstadtteile in Ettlingen-Schöllbronn	
Planbezeichnung:	Topografische Karte mit Projektstandort	
	Maßstab:	1:25.000
	Auftrag-Nr.:	20-0255
	Bearbeiter:	Bm
	Datum:	17.09.20





- Legende:
- BS = Kleinrammbohrung
 - DPH = Rammsondierung schwere Rammsonde



SCHÖFFLER
STADTPLANER/ARCHITEKTEN
WEINBRENNERSTR. 13 76135 KARLSRUHE
WWW.PLANER-KA.DE MAIL@PLANER-KA.DE

Bauvorhaben:
Neubau Feuerwehrhaus Höhenstadtteile
in Ettligen-Schöllbronn

Planbezeichnung:
Lageplan (Luftbild) mit Aufschlusspunkten

Plan-Nr.:	Maßstab: 1:1.000	
	Bearbeiter: Bm	Datum:
	Gezeichnet: ka	17.09.20
	Geändert: Fa.	30.10.20
	Gesehen:	
	Projekt-Nr.: 20-0255	

GHJ
Geo- und Umwelttechnik
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe
Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0
Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99
E-Mail: office@ghj.de

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Feuerwehrhaus mit Nahversorger und Wohnen
Moosbronner Straße
Flurstücke Nrn.: 1078 bis 1089
76275 Ettlingen-Schöllbronn

Anlage 2

Bohrprofile, Rammdiagramme

ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

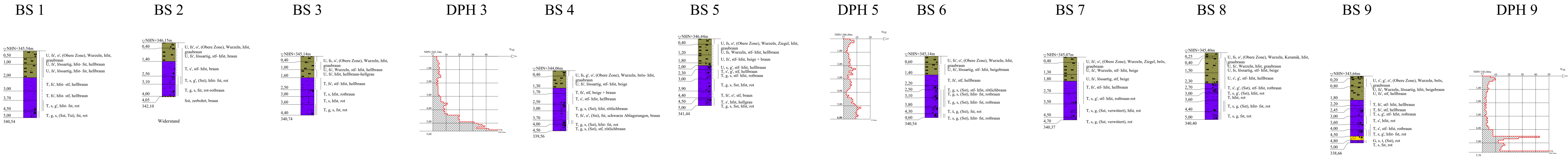
UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 ○ DPH Rammsondierung Schwere Sonde ISO 22476-2
 ⊕ BS Sondierbohrung

BODENARTEN		FELSARTEN	
Kies	kiesig	G g	Sandstein
Mulde	organisch	F o	Sst
Sand	sandig	S s	
Schluff		U u	
Ton	tonig	T t	

KORNGRÖßENBEREICH		NEBENANTEILE	
f	fein	·	schwach (< 15 %)
m	mittel	•	stark (ca. 30-40 %)
g	grob	■	sehr schwach; ■ sehr stark

KONSISTENZ	
stf	stif
fst	fest
brs	bröselig
hfst	halbfest

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2 / DIN 4094-3		BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2	
Schlagenergie für 10 cm Eindringtiefe	400 J	mit Stützhohr	schwer
Spitzenradius	2,52 cm	3,56 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm²	12,50 cm²	15,20 cm²
Gestängequerschnitt	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammabgewicht	30,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm



Bauvorhaben:
 Neubau Feuerwehrhaus Höhenstadtteile
 in Ettlingen-Schöllbronn

Planbezeichnung:
 Bohrprofile
 Rammdiagramme

Plan-Nr:	Maßstab:	1 : 100
	Bearbeiter:	Bm. Datum: 14.09.20
	Gezeichnet:	muc. 01.12.20
	Geändert:	Be. _____
	Gesehen:	_____
	Projekt-Nr:	20-0255

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Feuerwehrhaus mit Nahversorger und Wohnen
Moosbronner Straße
Flurstücke Nrn.: 1078 bis 1089
76275 Ettlingen-Schöllbronn

Anlage 3

Bodenmechanische Laborversuche

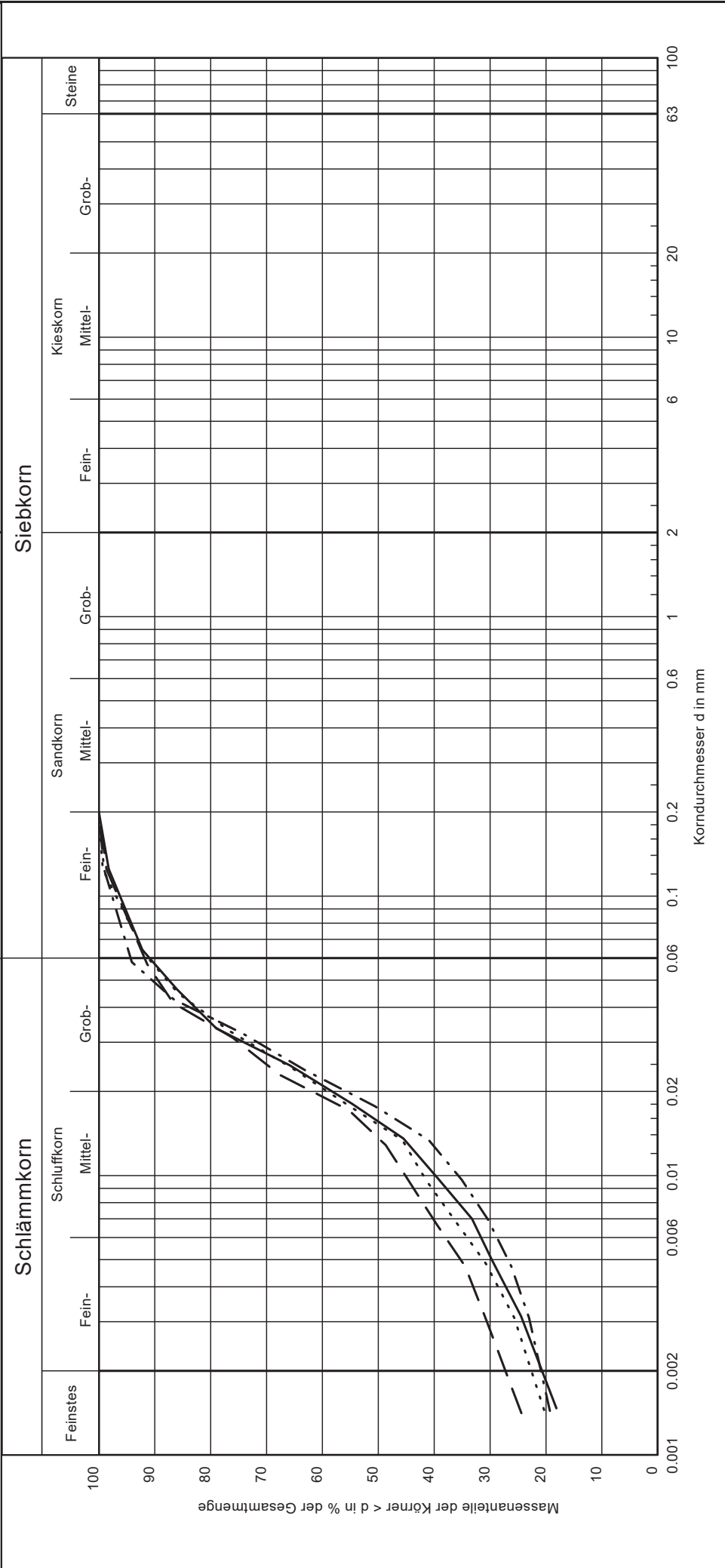
- Anlage 3.1 Körnungskurven
- Anlage 3.2 Plastizitätsdiagramme, Konsistenzgrenzen
- Anlage 3.3 Zusammenstellung Laborversuche



GHJ
Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4, 76149 Karlsruhe

Körnungskurven nach DIN 18123

Auftrags-Nr. 20-0255
Projekt: Neubau Feuerwehrhaus in Ettlingen-Schöllbronn



Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart DIN 18123	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bodenart DIN 4023
70805	BS 1	2,00 - 3,00	—	U, t, fs'	20.2/71.7/8.2/ -	0.02	0.01	-	-/-	T, fs'
70806	BS 1	3,00 - 3,70	.....	U, t, fs'	22.1/69.8/8.1/ -	0.02	0.00	-	-/-	T, fs'
70818	BS 3	1,60 - 2,50	---	U, t, fs'	26.7/65.3/8.0/ -	0.02	0.00	-	-/-	T, fs'
70824	BS 4	1,30 - 1,70	-.-.-.-.-	U, t, fs'	20.6/73.9/5.5/ -	0.02	0.01	-	-/-	T, fs'

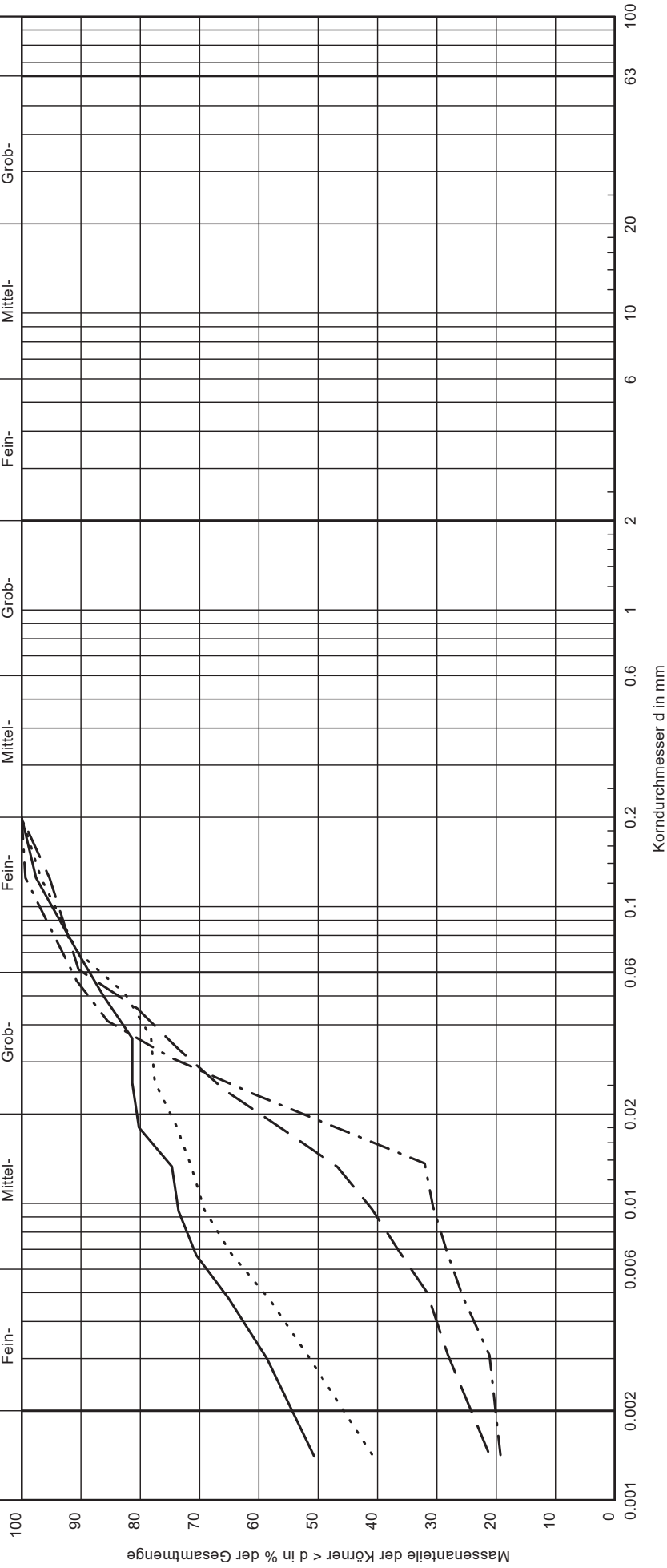
Schlammkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

Fein- Mittel- Grob- Sandkorn

Fein- Mittel- Grob- Steine

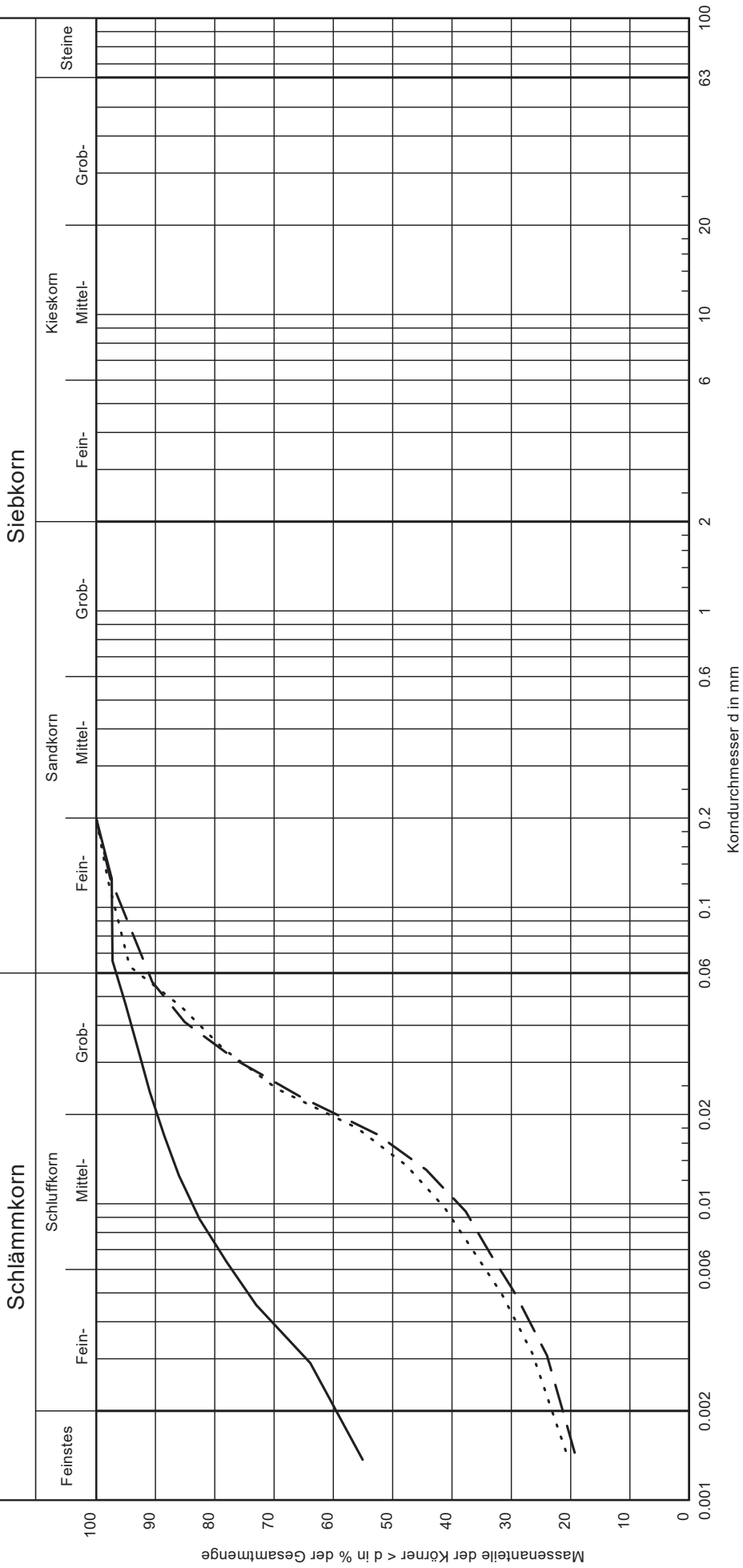


Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart DIN 18123	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bodenart DIN 4023
70827	BS 4	3,00 - 3,70	—	T, ü, fs'	53.7/35.4/11.0/ -	0.00	-	-	-/-	T, fs', o'
70837	BS 5	3,90 - 4,40	.....	T, U, fs'	44.7/42.8/12.5/ -	0.01	-	-	-/-	T, fs', o'
70842	BS 6	1,40 - 2,20	- - - -	U, t, fs'	23.6/66.9/9.5/ -	0.02	0.00	-	-/-	T, fs'
70850	BS 7	1,30 - 1,80	- . - . - . - . - . -	U, t, fs'	19.9/71.6/8.4/ -	0.02	0.01	-	-/-	U, fs'

Körnungskurven nach DIN 18123

Auftrags-Nr. 20-0255

Projekt: Neubau Feuerwehrhaus in Ettlingen-Schöllbronn

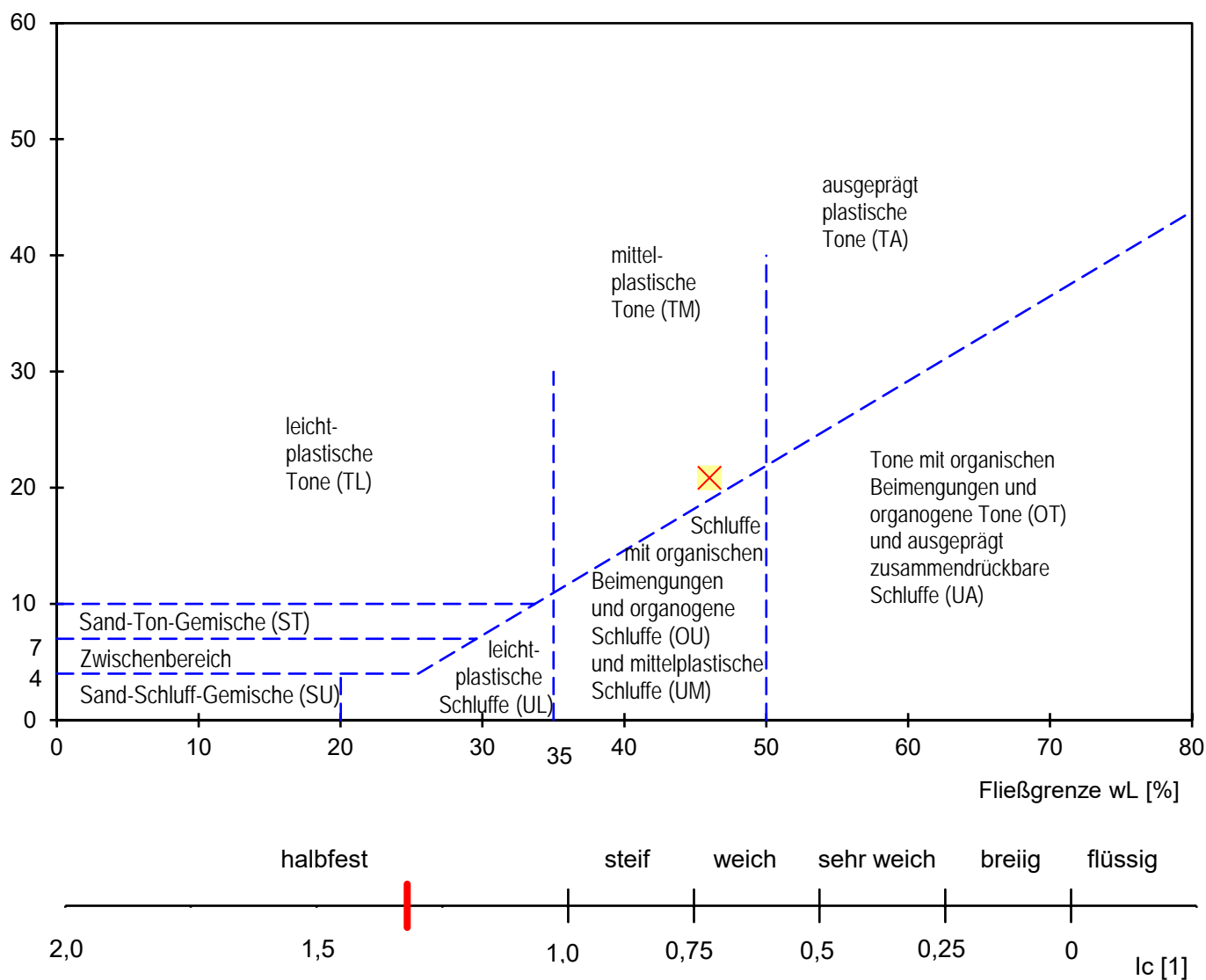


Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart DIN 18123	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bodenart DIN 4023
70861	BS 8	3,00 - 3,60	—————	T, \bar{u}	58.7/38.2/3.1/ -	0.00	-	-	-/-	T
70867	BS 9	1,80 - 2,20	.....	U, t, fs'	22.6/71.6/5.7/ -	0.02	0.00	-	-/-	T, fs'
70868	BS 9	2,20 - 2,45	— — — — —	U, t, fs'	20.9/70.4/8.7/ -	0.02	0.01	-	-/-	T, fs'

Projekt: Ettlingen-Schöllbronn, Feuerwehrhaus Höhenstadtteile

Auftrag-Nr.:	20-0255	Labornummer:	70827A
ausgeführt durch:	JH	Datum:	12.10.2020
Entnahmestelle:	BS 4		
Entnahmetiefe:	3,0 - 3,7 m	Entnahmeart:	GP
entnommen am:	08+09.09.2020	entnommen durch:	Pio, HK

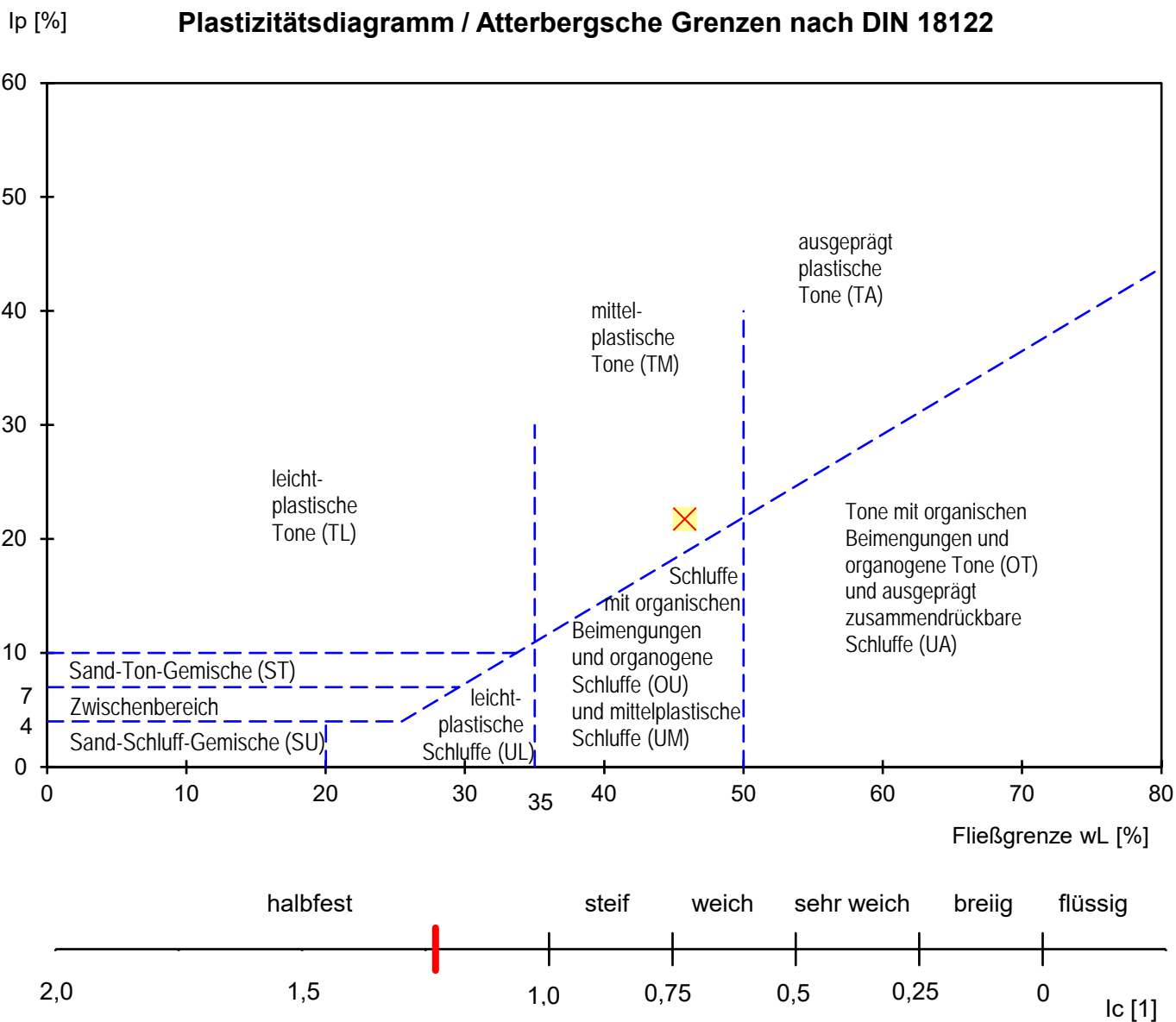
Ip [%] **Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN 18122**



		Die Bodenart ist:	mittelpast. Ton (TM)
		Die Konsistenz ist:	halbfest
Wassergehalt	18,40 [%]	Fließgrenze w_L	46,00 [%]
Kornanteil > 0,4mm	0,97 [%]	Ausrollgrenze w_p	25,14 [%]
Wassergehalt (Anteil >0,4mm)	5,00 [%]	Plastizitätszahl I_p	20,86 [%]
Wassergehalt (Anteil <0,4mm)	18,53 [%]	Konsistenzzahl I_c	1,32 [1]

Projekt: Ettlingen-Schöllbronn, Feuerwehrhaus Höhenstadtteile

Auftrag-Nr.:	20-0255	Labornummer:	70861A
ausgeführt durch:	AP	Datum:	14.10.2020
Entnahmestelle:	BS 8		
Entnahmetiefe:	3,0 - 3,6 m	Entnahmeart:	GP
entnommen am:	08+09.09.2020	entnommen durch:	Pio, HK



		Die Bodenart ist:	mittelplast. Ton (TM)
		Die Konsistenz ist:	halbfest
Wassergehalt	18,68 [%]	Fließgrenze w_L	45,77 [%]
Kornanteil > 0,4mm	2,80 [%]	Ausrollgrenze w_p	24,03 [%]
Wassergehalt (Anteil >0,4mm)	5,00 [%]	Plastizitätszahl I_p	21,74 [%]
Wassergehalt (Anteil <0,4mm)	19,07 [%]	Konsistenzzahl I_c	1,23 [1]

Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen														
Bauvorhaben: Neubau Feuerwehrhaus in Ettlingen-Schöllbronn (20-0255)														
Labor-nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ_{KN}/m^3	Wassergehalt w %	Trockenwichte γ_d KN/m^3	Porenanteil n %	Sättigungszahl S_r %	Fließgrenze w_L %	Ausrollgrenze w_p %	Plastizität I_p %	Konsistenzzahl I_c	Glühverlust V_g %	Kalkgehalt V_{Ca} %
70805	BS 1	2,00-3,00	Ton, fs'		18,3									
70806	BS 1	3,00-3,70	Ton, fs'		22,7									
70818	BS 3	1,60-2,50	Ton, fs'		17,5									
70824	BS 4	1,30-1,70	Ton, fs'		21,0									
70827	BS 4	3,00-3,70	Ton, fs', o'		18,4				46,0	25,1	20,9	1,32	4,8	
70837	BS 5	3,90-4,40	Ton, fs', o'		31,3								4,8	
70842	BS 6	1,40-2,20	Ton, fs'		22,7									
70850	BS 7	1,30-1,80	Schluff, fs'		23,9									
70861	BS 8	3,00-3,60	Ton		18,7				45,8	24,0	21,7	1,23		
70867	BS 9	1,80-2,20	Ton, fs'		19,3									
70868	BS 9	2,20-2,45	Ton, fs'		20,8									