



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

## **GEOTECHNISCHES UND UMWELTTECHNISCHES GUTACHTEN**

**BAUVORHABEN** Erschließung Innenentwicklungsgebiet  
„Florianstraße / Neuwiesenstraße“  
in 76316 Malsch

**AUFTRAGGEBER** Gemeinde Malsch  
Bauamt  
Herrn Patrick Gleißle  
Hauptstraße 71  
76316 Malsch

**AUFTRAG-NR.** 16-0647

**DATUM** 27.01.2017  
mai / wa / Rg

## Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	5
2	Unterlagen	5
3	Projektstandort	6
	3.1 Lage und aktuelle Geländesituation	6
	3.2 Hochwasserrisiko, Wasserschutzgebiete	7
4	Geplante Baumaßnahmen	7
5	Untersuchungsprogramm	8
	5.1 Baugrundaufschlüsse, Grundwassermessstellen	8
	5.2 Geotechnische Laborversuche	8
	5.3 Chemisch-analytische Laborversuche	9
6	Baugrund	10
	6.1 Geologischer Überblick	10
	6.2 Untergrundaufbau	10
	6.3 Baugrundmodell und Bodenklassifizierung	14
	6.4 Grundwasser	18
	6.5 Erdbeben	20
7	Umwelttechnische Untersuchungen	20
	7.1 Probenahme und Untersuchungsumfang	20
	7.2 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen und Bewertung	22
	7.3 Weitere baubetriebliche Hinweise	24
8	Geotechnische Beurteilung des Standortes	25
	8.1 Kurzüberblick Baugrundverhältnisse	25
	8.2 Allgemeines, Höhen	25
	8.3 Geländeauffüllung, Vorbelastung	26
	8.4 Kanal- und Leitungsbau	27
	8.5 Straßendammschüttung, Einschnitte	32

8.6	Straßenbau	33
8.7	Bebaubarkeit der Grundstücke	35
8.8	Versickerung von Niederschlagswasser	37
9	Weitere baubetriebliche Hinweise	38
10	Zusammenfassung und Schlussbemerkung	38

**Verteiler:** 3-fach : Gemeinde Malsch, Bauamt, Herrn Patrick Gleißle,  
Hauptstraße 71, 76316 Malsch  
sowie als pdf-Datei an: [patrick.gleissle@malsch.de](mailto:patrick.gleissle@malsch.de)

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Auffüllungen	15
Tabelle 2	Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Gewachsene Böden (Teil 1)	16
Tabelle 3	Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Gewachsene Böden (Teil 2)	17
Tabelle 4	Bodengruppen und Verformungsmodul nach ATV-DVWK-A 127	18
Tabelle 5	GW-Messstellen – Kenndaten und Ruhewasserstände (08.12.2016)	19
Tabelle 6	Umwelttechnische Untersuchungen - Chemisch analysierte Proben	21
Tabelle 7	Umwelttechnische Untersuchungen - Abfallrechtliche Einstufung	23
Tabelle 8	Verdichtungsanforderungen an Grabenverfüllzonen nach ZTV E-StB	31

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Projektstandort
Anlage 1.1	Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000
Anlage 1.2	Luftbild mit Projektstandort, M 1 : 1.000
Anlage 1.3	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000
Anlage 2	Bohrprofile, Rammogramme, Grundwassermessstellen
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 3.1	Körnungskurven
Anlage 3.2	Plastizitätsdiagramme, Konsistenzgrenzen
Anlage 3.3	Zusammenstellung der Laborversuche
Anlage 4	Chemische Laboruntersuchungen
Anlage 4.1	Zusammenstellung der Analyseergebnisse
Anlage 4.2	Probenahmeprotokolle
Anlage 4.3	Prüfbericht der SGS Fresenius Institut GmbH, Radolfzell

## 1 Auftrag

Die Gemeinde Malsch plant die Erschließung neuer Wohnbauflächen im Baugebiet „Florianstraße / Neuwiesenstraße“.

Unser Büro wurde mit der Baugrunderkundung sowie der Erstellung eines geotechnischen und umwelttechnischen Gutachtens im Hinblick auf den geplanten Kanal- und Straßenbau, die Bebaubarkeit der Grundstücke sowie eine mögliche Versickerung von Niederschlagswasser beauftragt.

## 2 Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- [2.1] Bebauungsplan „Florianstraße / Neuwiesenstraße“ (Textteil, Begründung, zeichnerischer Teil), Fassung vom 18.02.2016 ( Vorentwurf), Gerhardt.stadtplaner.architekten, Karlsruhe
- [2.2] Unterlagen zum Kanal- und Leitungsbestand, Gemeinde Malsch
- [2.3] Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7115 Rastatt, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 2004
- [2.4] Informationssystem, Oberflächennahe Geothermie (ISONG), Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, online, 2017
- [2.5] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005
- [2.6] Überflutungsflächen und Wasserschutzgebiete, Daten- und Kartendienst, Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, online, 2017
- [2.7] Karte der Grundwasserhöhengleichen für mittlere und hohe Grundwasser- verhältnisse, Raum Rastatt-Haguenu, Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999

- [2.8] Grundwasserdaten der Landesmessstellen GWM 103/261-4, GWM 116/211-0 und GWM 104/261-9, Beobachtungszeitraum: etwa 1975 bis heute, Daten- und Kartendienst (online), Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2017
- [2.9] Kleinrammbohrungen, Rammsondierungen und Grundwassermessstellen, hergestellt durch GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
- [2.10] Probenahmen und bodenmechanische Laborversuche, ausgeführt durch GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
- [2.11] Chemisch-analytische Untersuchungen, Labor SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, 19.12.2016 und 21.12.2016
- [2.12] Ortsbesichtigung

### 3 Projektstandort

#### 3.1 Lage und aktuelle Geländesituation

Das Baugebiet „Florianstraße / Neuwiesenstraße“ befindet sich im Nordosten von Malsch. Die Lage ist in der **Anlage 1.1** in einem Ausschnitt aus der topografischen Karte und in der **Anlage 1.2** in einem Luftbild markiert.

Das Baugebiet umfasst eine Fläche von ca. 2 ha. Es befindet sich zum Großteil zwischen der Florianstraße (Süden) und der Neuwiesenstraße (Osten). Nachfolgend wird dieser Teil des Baugebietes als „zentrale Baufläche“ bezeichnet. Weitere Erschließungsflächen befinden sich am nördlichen Rand des Baugebietes („nördliche Bauflächen“).

Im Westen grenzen die Gebäude des Bauhofs sowie der Feuerwehr an. Die im Norden anschließenden Grundstücke sind unbebaut.

Ca. 100 m westlich des Baugebietes verläuft ein Entlastungsgraben und ca. 50 m südlich der Lindenhardterwegbach (jeweils Gewässer II. Ordnung).

Im Norden erfolgt die Erschließung bereits über eine von der Neuwiesenstraße abzweigende Stichstraße (B = 5 m, L = 60 m). Das Straßenniveau liegt nach [2.2] bei ca. 121,6 mNHN bis ca. 121,4 m NHN (Gefälle in Richtung Neuwiesenstraße).

Teilflächen im Norden, Südosten und Südwesten des Gebietes sind ebenfalls schon mit Wohngebäuden bebaut.

Die neuen Entwicklungsflächen sind überwiegend unbebaut. Die zentrale Baufläche verläuft weitgehend eben. In Richtung Florianstraße steigt das Gelände leicht an (vgl. BS 4, GOK bei ca. 121,6 m NHN). Das Straßenniveau der Florianstraße liegt nach [2.2] bei ca. 121,1 m NHN bis ca. 121,8 m NHN (Anstieg in Richtung Neuwiesenstraße). Die nördliche Baufläche fällt von der bestehenden Stichstraße in nordwestliche Richtung relativ steil bis auf etwa 119,5 m NHN ab.

### 3.2 Hochwasserrisiko, Wasserschutzgebiete

Für das Baufeld besteht nach [2.6] keine Hochwassergefahr.

Das Baufeld liegt nach [2.6] in dem seit dem 03.08.1995 rechtskräftig festgesetzten Wasserschutzgebiet „Gemeinde Durmersheim, Winkelsloh 202“ (WSG-Amt-Nr. 216.202) der Wasserschutzgebietszone IIIB.

## 4 Geplante Baumaßnahmen

Die neuen Wohnbauflächen erstrecken sich über die Gesamtflächen der Flurstücke-Nr. 1467, 1470/1 – 1470/4, 1463/3 und 1462/6 sowie Teilbereiche der Flurstücke-Nr. 1460, 1464/1 und 1464/2.

Im Süden soll die Erschließung über eine von der Florianstraße abzweigende, T-förmige Stichstraße erfolgen (Sackgasse mit Wendefläche, B = 5,5 bis 6,0 m, L = 60 m).

Die geplanten Erschließungsmaßnahmen sind im Lageplan in der **Anlage 1.3** dargestellt.

## 5 Untersuchungsprogramm

### 5.1 Baugrundaufschlüsse, Grundwassermessstellen

Die folgenden Aufschlüsse wurden im Hinblick auf die geotechnische und umwelttechnische Beratung durchgeführt:

- 8 Kleinrammbohrungen (BS 1 bis BS 8) bis ca. 6 m bzw. ca. 8 m Tiefe
- 4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1, DPH 4, DPH 6, DPH 8) bis jeweils ca. 8 m Tiefe
- 3 Grundwassermessstellen (GWM 1, GWM 4 und GWM 6), Ausbau bis ca. 5,7 m Tiefe

Die Lage der Aufschlusspunkte (BS/DPH) sowie der Grundwassermessstellen ist im Lageplan in der **Anlage 1.3** dargestellt. Die Bohrungen wurden in den neuen Wohnbauflächen in einem Raster von etwa 50 x 50 m hergestellt. Die Rammsondierungen wurden an den Rändern des Wohngebietes durchgeführt. Die Grundwassermessstellen befinden sich im Nordosten und Nordwesten des Baugebietes sowie neben der neuen Erschließungsstraße im Süden.

Zur Höheneinmessung der Aufschlusspunkte wurden Kanaldeckel in der Florianstraße im Süden sowie der bereits gebauten Erschließungsstraße im Norden verwendet, deren Höhe dem Kanalplan [2.2] entnommen wurden (Angabe ohne Gewähr).

In **Anlage 2** sind die Bohrprofile nach DIN 4023 dargestellt und die Rammsondierungen in Form von Widerstandslinien nach EN ISO 22476-2 ausgewertet. In den Ramm-diagrammen ist die erforderliche Anzahl von Schlägen  $N_{10}$  für das Eindringen der Rammsonde um jeweils 10 cm über die Sondiertiefe aufgetragen. Zudem ist der Ausbau der Grundwassermessstellen dargestellt.

### 5.2 Geotechnische Laborversuche

Zur genaueren Ansprache und Klassifizierung der anstehenden Böden wurden an aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:



- 21 x Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 2 x Plastizitätsversuch (Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG) nach DIN 18122
- 9 x Glühverlust nach DIN 18128-GL (organischer Anteil)
- 9 x Kalkgehalt nach DIN 18128-G
- 21 x Wassergehalt (durch Ofentrocknung)

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

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

### 5.3 Chemisch-analytische Laborversuche

Zusätzlich wurden an den aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben folgende chemische Untersuchungen durchgeführt:

- 1 x Begutachtung des Bohrgutes aus umwelttechnischer Sicht sowie Herstellung von charakteristischen Bodenmischproben aus den angetroffenen Böden
- 3 x Untersuchung von charakteristischen Bodenmischproben (MP1, MP2, MP3) auf die Parameter der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (VwV Boden) des Landes Baden-Württemberg vom 14.07.2007

Die Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchung sind in der **Anlage 4.1** zusammengestellt.

Weitere Details zur Probennahme sind dem Probenahmeprotokoll in **Anlage 4.2** zu entnehmen. Die Analyseergebnisse und die angewandten Analyseverfahren sind im Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, in **Anlage 4.3** aufgeführt.

## 6 Baugrund

### 6.1 Geologischer Überblick

Die allgemeinen Baugrundverhältnisse sind am Projektstandort nach [2.5] durch die Lage in der Kinzig-Murg-Rinne geprägt. Der natürliche Baugrund im Bereich der Rinne ist erfahrungsgemäß durch eine Wechsellagerung aus wenig tragfähigen, bindigen und organischen Böden gekennzeichnet, die mehrere Meter mächtig sein können. Der tiefere Baugrund besteht aus tragfähigen Kiesen und Sanden, die bis in größere Tiefe anstehen.

### 6.2 Untergrundaufbau

#### Oberboden / Auffüllungen

An der Geländeoberfläche (GOK) ist an fast allen Erkundungspunkten (bis auf BS 7) zunächst ein ca. 10 cm bis 30 cm starke, sandig ausgeprägte Oberbodenschicht vorhanden.

Unter der Oberbodenschicht (bei BS 7 ab GOK) wurden bei fast allen Bohrungen (nicht bei BS 8) Auffüllungen („A“) erbohrt. Diese bestehen meist aus schluffig durchsetzten Sanden, lokal auch aus Sand-Schluff-Gemischen oder sandigen Schluffen, in welche anthropogene Fremdbestandteile eingelagert sind. Bei den Fremdbestandteilen handelt es sich meist um Ziegel- und Sandsteinbruchstücke. Lokal wurden auch Betonreste und Schwarzdeckenbruchstücke oder auch Mörtel (BS 5) festgestellt.

Die Auffüllungen reichen meist bis etwa 1,0 m unter Gelände. Unter den Auffüllungen (bei BS 8 direkt unter der Oberbodenschicht) folgt der natürliche Baugrund.

#### Natürliche Deckschicht (Kinzig-Murg-Rinne)

Typisch für die Lage in der Kinzig-Murg-Rinne unterliegt die Zusammensetzung, Mächtigkeit und Schichtabfolge der natürlichen Deckschicht kleinräumigen Schwankungen, sodass über kurze Distanzen auch mit unterschiedlichen Tragfähigkeiten der Böden gerechnet werden muss.

Nach den Aufschlussresultaten und Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche können die Deckschichtböden wie folgt beschrieben werden:

A) Bindige Böden ohne oder mit geringen organischen Beimengungen:

Nach den Kornverteilungen handelt es um sandige bis stark sandige Schluffe bzw. um Schluff-Sand-Gemische. Die Böden sind teils braun, teils grau-braun oder grau gefärbt.

Die Unterkante der Schluffe bzw. Schluff-Sand-Gemische wurde in unterschiedlichen Tiefen von ca. 1,4 m (BS 8) bis ca. 5,5 m (BS 7) unter GOK festgestellt. Dies entspricht geodätischen Höhen von ca. 118,5 m NHN (BS 3, BS 5) bis ca. 116 m NHN (BS 7). Darunter folgen Böden der nachfolgend beschriebenen Schichten (B) und/oder (C).

Die sandigen Schluffe (vgl. Proben-Nr. 20898, 20906, 20922, 20928 und 20943 in **Anlage 3.1**) bestehen meist aus ca. 55 % bis 60 % Schluff (lokal auch über 70 %) und ca. 11,5 % bis 13 % Ton. Der Sandanteil (Fein-/Mittelsand) liegt meist unter 15 %.

Bei den stark sandigen Schluffen bzw. Schluff-Sand-Gemischen (vgl. Proben-Nr. 20914, 20936, 20945 und 20951 in **Anlage 3.1**) sind die Schluff- und die Sandanteile in etwa gleich bei ca. 35 % bis 45 %. Die Tonanteile liegen ebenfalls bei ca. 12 %.

Der Zustand (Konsistenz) der Schluffe bzw. Schluff-Sand-Gemische variiert nach Lage bzw. Bohrung und zudem über die Tiefe. Die Böden wurden zum Großteil in weichem oder weich-steifem Zustand erbohrt (vgl. auch Plastizitätsversuche an Proben-Nr. 20898 und 20922 in **Anlage 3.2**). Teils sind die Schluffe aber auch steif. Die Wassergehalte liegen bei ca. 19 % bis ca. 24 %.

Schichtenweise sind die Schluffe schwach organisch durchsetzt (vgl. Proben-Nr. 20898 aus BS 1 oder Probe-Nr. 20922 aus BS 4 in **Anlage 3.3**).

Der Kalkgehalt der Schluffe ist vernachlässigbar gering ( $V_{Ca} \leq 1 \%$ ).

## B) Bindige Böden mit organischen Beimengungen:

In fast allen Bohrungen (nicht bei BS 5) wurden im unteren Drittel organisch durchsetzte Schluffe bzw. Tone erkundet. Die Böden unterscheiden sich durch ihre grau-schwarze Färbung meist deutlich von den bindigen Böden ohne organische Beimengungen.

Die Oberfläche der organischen Böden liegt in den Bohrungen in Tiefen von ca. 2,8 m (BS 1) bis ca. 5,5 m (BS 7). Dies entspricht geodätischen Höhen von ca. 118 m NHN (BS 4) bis ca. 115,5 m NHN (BS 6). Unter den organischen Böden folgen die gut tragfähigen quartären Sande und Kiese. Die Mächtigkeit der organischen Böden schwankt zwischen ca. 0,5 m (BS 3, BS 6) und ca. 3,0 m (BS 1).

Die organischen Böden bestehen meist aus über 80 % Schluff und Ton (Feinkornanteile) und unter 20 % Sand (vgl. Proben-Nr. 20899, 20901, 20917 und 20956 in **Anlage 3.1**).

An vereinzelt Proben wurden höhere Sandanteile von annähernd 40% ermittelt (vgl. Proben-Nr. 20909, 20947 und 20955 in **Anlage 3.1**).

Die ermittelten organischen Anteile (z. T. auch in Form von faserigem Torf) liegen bei ca. 3,5 % bis ca. 7 % (**Anlage 3.3**). Die Wassergehalte variieren mit dem Anteil der sandigen und organischen Beimengungen. Bei hohen organischen Anteilen können die Wassergehalte über  $w = 40\%$  liegen. Die organischen Böden sind meist weich.

## C) Zwischenschicht aus Sand:

In den Bohrungen BS 3, BS 5, BS 6 und BS 8, d. h. bei der Hälfte der Bohrungen, wurde zwischen den o. g. bindigen Böden (A) und den organischen Böden (B) eine ca. 1,5 m (BS 6) bis ca. 2,8 m (BS3) mächtige Zwischenschicht aus Sand erkundet. In der Bohrung BS 2 stehen die Sande in geringerer Mächtigkeit von ca. 0,6 m an. Auf Grundlage der Erkundung kann jedoch keine genaue Aussage zum tiefen- und flächenmäßigen Verlauf der sandigen Einschaltung gemacht werden.

In Bereichen mit sandiger Zwischenschicht sind die unterlagernden organischen Böden meist geringmächtiger ausgebildet als in Bereichen ohne Zwischenschicht. In den entsprechenden Bohrungen liegen die Mächtigkeiten der organischen Böden meist unter 1,5 m.

Die Sande sind lagenweise schwach schluffig durchsetzt (z. T. Schlufflinsen, vgl. BS 3 und BS 8) und/oder es sind organische Beimengungen vorhanden (z. B. Torfreste, vgl. BS 3, BS 5 und BS 8). Die Kiesanteile schwanken zwischen 0 % und ca. 15%.

Bei den Rammsondierungen wurden in den o. g. Böden der Deckschicht, d. h. bis in Tiefen von ca. 5 m bis 6 m, erwartungsgemäß geringe Schlagzahlen  $N_{10} < 5$  registriert. Bei den bindigen und organischen Böden liegt dies an der meist weichen Konsistenz der Böden. Bei den Sanden sind die geringen Schlagzahlen auf deren (teil-) gesättigten Zustand (Schichtenwasser) und die Siebkornverteilung (meist rundkörniger Fein-/Mittelsand) zurückzuführen.

### Quartäre Sande und Kiese

Der Übergang zu den gut tragfähigen, quartären Sanden und Kiesen wurde in der zentralen Baufläche in Tiefen von ca. 4,5 m (BS 2) bis ca. 5,5 m (BS 3, BS 4, BS 5) erkundet. Dies entspricht geodätischen Höhen von ca. 116 m NHN (BS 4) bis ca. 114,5 m NHN (BS 1). In der nördlichen Baufläche (BS 7 und BS 8) stehen die Sande und Kiese knapp 1 m tiefer ab ca. 114 m NHN (Mittelwert) an.

Die Sande sind meist schwach schluffig bis schluffig durchsetzt (vgl. Proben-Nr. 20910 und 20225 in **Anlage 3.1**) durchsetzt (lokal Schlufflinsen). Die Kiesanteile schwanken 0 % und ca. 30 %.

Die Kiese sind am Übergang zur Deckschicht ebenfalls meist schwach schluffig ausgeprägt (vgl. Probe-Nr. 20948 in **Anlage 3.1**). Lokal können auch Steine vorhanden sein (vgl. BS 8).

Bei den Rammsondierungen DPH 1, DPH 6 und DPH 8 zeichnet sich das Erreichen der Sande und Kiese durch einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen in Tiefen von ca. 6 m bis auf Werte von  $N_{10} \geq 10$  ab. Unter Berücksichtigung des Grundwassers entspricht dies einer mindestens mitteldichten Lagerung der Böden. Am Übergang zur organischen Deckschicht sind die Schlagzahlen aufgrund bindiger Beimengungen lokal etwas geringer (vgl. DPH 6 ca. 5,5 m bis 6,5 m Tiefe).

### 6.3 Baugrundmodell und Bodenklassifizierung

Aus den durchgeführten Untersuchungen wurde das in der **Tabelle 1** angegebene Baugrundmodell (ohne Oberboden) abgeleitet, in dem der Baugrund in Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten) VOB Teil C, 2016, unterteilt ist.

In der Tabelle sind die angetroffenen Böden im Hinblick auf den geplanten Kanal- und Leitungsbau zusätzlich den Bodengruppen gemäß ATV-DVWK-A 127 und den Verdichtbarkeitsklassen gemäß ZTV A-StB 12 zugeordnet. Die angegebenen Bandbreiten der Bodenkennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen. Für geotechnische Nachweise, wie z. B. Grundbruch-, und Setzungsberechnungen, sind die jeweils anzusetzenden Kennwerte im Einzelfall festzulegen.

Tabelle 1 Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Auffüllungen

Homogenbereich		1			
		Auffüllungen			
Bezeichnung nach DIN 4023		Sande, schluffig bis stark schluffig Sand-Schluff-Gemische, Schluffe, sandig			
Schichtmächtigkeit [m]		≈ 0,4 – 1,1		Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	1,9 – 2,2
Schichtunterkante [m u GOK]		≈ 0,5 – 1,2 (i. M. 1,0)		Wassergehalt $w$ [Gew.-%]	5 – 15
Schichtunterkante [m NHN]		≈ 121 – 119,5 (i. M. 120)		Plastizitätszahl $I_p$ <sup>a</sup> [%]	10 – 30
Bodengruppen DIN 18196		A [meist SU, SU* auch UL, UM]		Konsistenzzahl $I_C$ [-] <sup>a</sup>	0,5 – > 0,75
Bodengruppen ATV DVWK-A 127 <sup>1</sup>		G2, G3		Lagerungsdichte $I_D$ [%]	35 – 65
Verdichtbarkeitsklassen ZTV A-StB 12 <sup>2</sup>		V1 bis V3		undrän. Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	30 – 80
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09 <sup>3</sup>		F2, F3		organischer Anteil [Gew.- %]	< 6
Massen- anteil [Gew.-%]	Steine d = 63 – 200 mm	< 10		Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18 – 21
	Blöcke d = 200 – 630 mm	< 5		Wichte u. Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	8 – 11
Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]		1,8 – 2,1		Durchlässigkeit [m/s]	10 <sup>-6</sup> bis 10 <sup>-4</sup>

<sup>a</sup> gilt für bindige Böden bzw. bindigen Anteil ( $d < 0,4$  mm).

<sup>1</sup> **ATV-DVWK-A 127:** Arbeitsblatt, Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -leitungen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V, 04/2008

<sup>2</sup> **ZTV A-StB 12:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2012

<sup>3</sup> **ZTV E-StB 09:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2009

Tabelle 2 Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Gewachsene Böden (Teil 1)

Homogenbereich	2 (A)	2 (B)	2 (C)	3	
	Deckschicht			quartäre Kiese und Sande	
Bezeichnung nach DIN 4023	Schluffe, Schluff-Sand- Gemische <u>ohne oder mit</u> <u>geringen</u> organischen Beimengungen	Schluffe und Tone <u>mit</u> organischen Beimengungen	Sande, teils kiesig, teils schluffig, teils mit geringen organischen Beimengungen	Sande, kiesig Kiese, sandig teils schluffig teils steinig	
Schichtmächtigkeit [m]	≈ 1,1 – 4,6	≈ 0,5 – 3,0	≈ 0,6 – 2,8	--	
Schichtunterkante [m u GOK]	≈ 1,4 – 5,5	≈ 4,5 – 7,2	≈ 3,2 – 5,0	--	
Schichtunterkante [m NHN]	≈ 118,5 – 116,0	≈ 116,0 – 114,0	≈ 117,5 – 115,5	--	
Bodengruppen DIN 18196	UL, UM, SU*, ST*, TL, TM	OU, OT, OH, teils Reste HN, HZ	SE, SI, SW, SU, SU*	GW, GI, SW, SI, SE, mit X obere Zone SU*, SU, GU*, GU	
Konsistenz / Lagerung	weich, weich-steif, steif	weich, weich-steif	locker, mitteldicht	mitteldicht	
Bodengruppen ATV DVWK-A 127	meist G3, auch G4	G4	G1 bis G3	G1, auch G2	
Verdichtbarkeitsklassen ZTV A-StB 12	V2, V3	--	V1, V2	V1, obere Zone auch V2	
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09	F3	F3	F3	F1 bis F3	
Massen- anteil [Gew.-%]	Steine d = 63 – 200 mm	< 10	< 10	< 10	10 – 20
	Blöcke d = 200 – 630 mm	< 5	< 5	< 5	< 5



Tabelle 3 Homogenbereiche und charakt. Kennwerte - Gewachsene Böden (Teil 2)

Homogenbereich	2 (A)	2 (B)	2 (C)	3
	Deckschicht			quartäre Kiese und Sande
Bezeichnung nach DIN 4023	Schluffe, Schluff-Sand-Gemische mit geringen oder ohne organische Beimengungen	Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen	Sande, teils kiesig, teils schluffig, teils mit geringen organischen Beimengungen	Sande, kiesig, sandig, teils schluffig, teils steinig
Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	1,8 – 2,0	1,6 – 1,9	1,8 – 2,1	1,9 – 2,2
Wassergehalt $w$ [Gew.-%]	15 – 25	20 – 60	5 – 20	5 – 20
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	7 – 30	10 – 30	--	--
Konsistenzzahl $I_c$ [-]	0,25 – > 0,75	0,25 – 0,75	--	--
Lagerungsdichte $I_D$ [%]	--	--	25 – 45	35 – 65
undrän. Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	15 – 60	15 – 30	--	--
organischer Anteil [Gew.-%]	< 6	6 – 20	< 6	< 2
Steifemodul $E_S$ [MN/m <sup>2</sup> ]	6 – 15	5 – 8	15 – 30	40 – > 100
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18 – 20	16 – 19	18 – 21	19 – 22
Wichte u. Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	8 – 10	6 – 9	8 – 11	9 – 12
Durchlässigkeit $k$ [m/s]	< 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-7</sup> bis 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup> bis 10 <sup>-3</sup>

Für die statische Berechnung der Kanäle nach ATV-DVWK-A 127 können in Abhängigkeit der Bodengruppe und des Verdichtungsgrades folgende Verformungsmoduln  $E_B$  angesetzt werden:

Tabelle 4 Bodengruppen und Verformungsmodul nach ATV-DVWK-A 127

Bodenart	Bodengruppe	Verformungsmodul $E_B$ [MN/m <sup>2</sup> ] in Abhängigkeit des Verdichtungsgrads $D_{Pr}$	
		97 %	100 %
nichtbinde Böden GW, GE, GI, SE, SW, SI	G1	23	40
schwachbindige Böden GU, GT, SU, ST	G2	11	20
bindige Mischböden GU*, GT*, SU*, ST* UL, UM	G3	8	13

## 6.4 Grundwasser

In den Bohrungen wurde Schicht- und Grundwasser angetroffen.

Schichtenwasser wurde in den Bohrungen BS 2, BS 3, BS 5, BS 6 und BS 8 im Bereich der verhältnismäßig gut durchlässigen, sandigen Zwischenschicht festgestellt, d. h. in unterschiedlichen Tiefen zwischen ca. 1,4 m (BS 8) und ca. 3,5 m (BS 6). Dies entspricht Höhenkoten von ca. 118,7 m NHN (BS 5) bis ca. 117,1 m NHN (BS 6).

In den Bohrungen BS 1, BS 4 und BS 7, d. h. dort, wo die sandige Zwischenschicht fehlt, wurden Wasserzutritte erst mit dem Erreichen der quartären Sande und Kiese in größeren Tiefen von ca. 5,5 m (BS 4) bis ca. 5,8 m (BS 1) registriert. Die quartären Sande und Kiese sind grundwasserführend und bilden aus hydrogeologischer Sicht den regionalen Hauptgrundwasserleiter (OGWL).

Die gering durchlässigen, bindigen und organischen Böden fungieren als natürliche Sperrschicht. Dies bedeutet, dass das Schicht- bzw. Grundwasser an der Unterseite der bindigen und organischen Böden gespannt ansteht und sich ein freier Grundwasserspiegel entsprechend der Druckhöhe erst nach dem Durchstoßen dieser Böden ausbildet.

Nach der hydrogeologischen Kartierung [2.7] ist die Grundwasserströmung generell nach Nordwesten in Richtung Rhein gerichtet. Zur besseren Beurteilung der Grundwasserverhältnisse am Projektstandort wurden die Grundwasserdaten an umliegenden

Grundwassermessstellen ausgewertet [2.8] und mittels linearer Interpolation auf das Baugebiet übertragen. Demnach ist am Projektstandort mit folgenden Grundwasserständen zu rechnen:

maximaler Grundwasserstand HGW	117,2 m NHN (ohne Sicherheiten)
mittlerer Grundwasserstand MGW	116,0 m NHN
minimaler Grundwasserstand NGW	115,0 m NHN

Nach Auswertung der Grundwasserganglinien der o. g. Grundwassermessstellen können die Grundwasserstände Schwankungen bis zu 2,5 m unterliegen. Bei hohen Grundwasserverhältnissen kann das Grundwasser bis 3,5 m unter die Geländeoberfläche ansteigen.

Bei Eingriffstiefen < 3 m hat das Grundwasser demnach keinen Einfluss auf die geplante Baumaßnahme.

Zur Beobachtung des Grundwasserstandes (Grundwasserstände bei Ausbildung der freien Druckhöhe) wurden 3 Kleinrammbohrung BS 1, BS 4 und BS 6 zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Lage der Grundwassermessstelle ist im Lageplan in **Anlage 1.3** dargestellt und der Ausbau in **Anlage 2** skizziert. In den Messstellen wurden nach Errichtung am 08.12.2016 folgende Ruhewasserstände gemessen:

Tabelle 5 GW-Messstellen – Kenndaten und Ruhewasserstände (08.12.2016)

Messstelle	GWM 1	GWM 4	GWM 6
POK [m NHN]	120,68	121,90	120,88
GOK [m NHN]	120,37	121,60	120,62
Flurabstand [m] u GOJK	3,88	5,62	5,34
Wasserstand [m NHN]	116,49	115,98	115,28

Aktuell herrschen demnach mittlere bis niedrige Grundwasserverhältnisse.

Wir schlagen vor, die Grundwasserstände an den vor Ort errichteten Messstellen regelmäßig (monatlich) bis zum Baubeginn zu beobachten. Auf Grundlage der Daten kann u. U. eine Prognose für den Bauwasserstand gemacht werden.

## 6.5 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg 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.

## 7 Umwelttechnische Untersuchungen

### 7.1 Probenahme und Untersuchungsumfang

In Ergänzung zu den geotechnischen Untersuchungsmaßnahmen wurde das Bohrgut aus den durchgeführten Kleinrammbohrungen auch aus umwelttechnischer Sicht begutachtet.

Bei der umwelttechnischen Auswertung von Baugrundaufschlüssen sind im Allgemeinen folgende Punkte von Interesse:

- eventuell vorhandene organoleptische (d. h. geruchliche oder visuelle) Auffälligkeiten
- die Zusammensetzung und die Mächtigkeit von schadstoffverdächtigen Materialien
- die Lage von schadstoffverdächtigen Materialien im Hinblick auf eventuell gefährdete Schutzgüter (z. B. Expositionssituation im Hinblick auf eventuell gefährdete Menschen oder Abstand zur Grundwasseroberfläche)

Im vorliegenden Fall sind die organoleptischen Auffälligkeiten auf die bodenfremden Bestandteile innerhalb der erbohrten, fremdstoffhaltigen Auffüllungen beschränkt. Bei Auffüllungen mit bodenfremden Bestandteilen besteht generell eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass diese erhöhte, umwelttechnisch relevante Schadstoffgehalte aufweisen. Ansonsten wurden keine Hinweise auf Schadstoffbelastungen festgestellt.

Zur genaueren Überprüfung des Baugrunds auf mögliche Schadstoffbelastungen wurden 3 Mischproben gebildet und auf die Parameter der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (VwV Boden), Tab. 6-1, untersucht:

Tabelle 6 Umwelttechnische Untersuchungen - Chemisch analysierte Proben

Probenbezeichnung	Mischprobe aus	Material	Untersuchungsparameter
MP1	BS1; 0,00 - 0,30 m BS2; 0,00 - 0,10 m BS3; 0,00 - 0,15 m BS4; 0,00 - 0,30 m BS5; 0,00 - 0,15 m BS6; 0,00 - 0,10 m BS8; 0,00 - 0,10 m	<u>künstliche Auffüllungen / durchwurzelte Bodenschicht</u> Grasnarbe, Fein-Mittel-Sand, schwach schluffig, durchwurzelt, vereinzelt Sandsteinreste, Fremdstoffanteil < 1 %, dunkelbraun	VwV <sup>4</sup> Boden, Tab. 6-1
MP2	BS1; 0,30 - 1,00 m BS3; 0,15 - 1,10 m BS4; 0,30 - 0,70 m BS5; 0,15 - 1,10 m BS6; 0,10 - 1,10 m BS7; 0,00 - 0,90 m	<u>künstliche Auffüllungen / Boden</u> Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig, teilweise Ziegel- und Sandsteinbruchstücke, Fremdstoffanteil < 5 %, braun	VwV Boden, Tab. 6-1
MP3	BS1; 1,00 - 2,00 m BS2; 0,50 - 0,80 m BS2; 0,80 - 2,20 m BS3; 1,10 - 1,60 m BS4; 1,20 - 1,70 m BS5; 1,10 - 2,20 m BS6; 1,10 - 2,00 m BS7; 0,90 - 2,20 m BS7; 2,20 - 3,20 m BS8; 0,10 - 0,90 m BS8; 0,90 - 1,40 m	<u>gewachsener, bindiger Boden</u> Schluff, feinsandig, schwach tonig, braun	VwV Boden, Tab. 6-1

Weitere Details zur Probenahme können den beiliegenden Probenahmeprotokollen in **Anlage 4.2** entnommen werden.

Aus der untersten Bodenschicht, dem natürlich anstehenden Kies und Sand, wurde keine Probe untersucht. Hier bestand kein Schadstoffverdacht.

<sup>4</sup> **VwV Boden:** Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Baden-Württemberg, Fassung vom 14.07.2007

## 7.2 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen und Bewertung

Die Analyseergebnisse und die angewandten Analyseverfahren können dem Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, in **Anlage 4.3** entnommen werden.

Die Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen sind außerdem in **Anlage 4.1** zusammengestellt. Zum Vergleich sind die abfallrechtlichen Zuordnungswerte Z0 der VwV Boden angegeben. Für die Parameter, für die kein Z0-Wert definiert ist, ist der jeweils niedrigste Z-Wert in Klammern angegeben. Bei Überschreitungen der Z0-Werte ist Aushubmaterial im Allgemeinen nicht mehr frei verwertbar und es entstehen Mehrkosten, falls das betreffende Material nicht vor Ort verwertet werden kann bzw. darf.

Wie dem Prüfbericht und der tabellarischen Zusammenstellung zu entnehmen ist, wurden in den Mischproben MP1 und MP2 aus den Auffüllungen analytische Auffälligkeiten für die Parameter PCB und PAK im Feststoff sowie Cyanide gesamt im Eluat, festgestellt.

Überschreitungen der Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) wurden nicht festgestellt. Aus altlastenrechtlicher Sicht ist daher u. E. kein weiterer Handlungsbedarf zu erkennen.

Die abfallrechtliche Bewertung von Boden und bodenähnlichen Auffüllungen erfolgt in Baden-Württemberg anhand der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Landes Baden-Württemberg vom 14.03.2007 (VwV Boden), der Deponieverordnung (DepV) des Bundes vom 27.04.2009 und der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Landes Baden-Württemberg vom Mai 2012.

In der o. g. VwV Boden sind folgende Einbauklassen definiert:

- Z0            uneingeschränkte Verwendung (in bodenähnlichen Anwendungen)
  
- Z0\*IIIA      uneingeschränkte Verwendung unter Z0-Schicht in Wasserschutzzone IIIA  
(Abstand Auffüllbasis zum Grundwasser > 1 m)

- Z0\* uneingeschränkte Verwendung unter Z0-Schicht  
(Abstand Auffüllbasis zum Grundwasser > 1 m)
- Z1.1 Verwendung in technischen Bauwerken mit wasserdurchlässiger Oberfläche  
(Abstand Auffüllbasis zum Grundwasser > 1 m)
- Z1.2 Verwendung in technischen Bauwerken mit wasserdruchlässiger Oberfläche  
bei günstigen hydrogeologischen Verhältnissen
- Z2 Verwendung in Erdbauwerken mit wasserundurchlässiger Deckschicht  
(Abstand Auffüllbasis zum Grundwasser > 1 m)

Material mit Schadstoffkonzentrationen oberhalb der Zuordnungswerte Z2 kann in der Regel nur noch einer Deponie zugeführt werden, wobei die Zuordnungskriterien der DepV<sup>5</sup> zu beachten sind (Deponien der Deponieklassen DK I, DK II, DK III und DK IV).

Für die im vorliegenden Fall untersuchten Bodenproben ergeben sich folgende abfallrechtliche Einstufungen:

Tabelle 7 Umwelttechnische Untersuchungen - Abfallrechtliche Einstufung

Probenbezeichnung	abfallrechtliche Einstufung nach VwV Boden	bestimmender Parameter
MP1; durchwurzelt Bodenschicht	Z2	Cyanide ges. = 14 µg/l
MP2; fremdstoffhaltige Auffüllungen	Z1.2	PAK = 3,37 mg/kg
MP3; natürlich anstehender bindiger Boden	Z0	--

Wie der o. g. Tabelle zu entnehmen ist, ist die Probe aus dem gewachsenen, bindigen Boden als Z0-Material nach VwV Boden einzustufen. Derartiges Material ist aus umwelttechnischer Sicht frei verwertbar.

In den Mischproben MP1 und MP2 aus den Auffüllungen wurden Z0-Wert-Überschreitungen festgestellt. Beide Materialien sind somit im abfallrechtlichen Sinne nicht mehr frei verwertbar.

<sup>5</sup> **Einstufung nach DepV (Deponieverordnung)** unter Einbeziehung der Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Landes Baden-Württemberg“ vom Mai 2012 Handlungshilfe organische Schadstoffe

Die festgestellten Belastungen müssen bei der Ausschreibung und Ausführung der Erdarbeiten beachtet werden.

### 7.3 Weitere baubetriebliche Hinweise

Zur Minimierung der Entsorgungskosten sollten beim Ausheben folgende Chargen sorgfältig voneinander separiert werden:

- durchwurzelte, oberste Bodenschicht
- fremdstoffhaltige Auffüllungen
- gewachsener Boden

Aus geotechnischer Sicht bzw. im Hinblick auf die Verwertung kann außerdem die Separierung zwischen gewachsenem bindigen und gewachsenen grobkörnigem Boden sinnvoll sein.

Der Separierung der obersten Bodenschicht sowie der fremdstoffhaltigen Auffüllungen sollte hierbei besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden (Separierung auch kleiner Bereiche / dünner Lagen), um die Masse an belastetem Material zu minimieren.

Die Entsorgung von schadstoffverdächtigem Aushubmaterial erfordert eine verbindliche abfallrechtliche Deklaration unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben. Material, das auf einer Deponie entsorgt werden muss, ist in der Regel vor Ort in Haufwerken bereitzustellen und entsprechend den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) und damit gemäß der Probenahmerichtlinie LAGA PN98 zu beproben und chemisch-analytisch zu untersuchen.

Da generell nicht auszuschließen ist, dass zwischen den Bohrpunkten auch Material mit anderen Belastungsklassen als bislang bekannt ansteht, empfehlen wir, in die Ausschreibung die Entsorgung von Aushubmaterial mit allen gängigen Belastungsklassen aufzunehmen (Z0, Z0\*IIIA, Z0\*, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach VwV Boden sowie DK0, DKI, DKII, DKIII und DKIV nach Deponieverordnung).



## 8 Geotechnische Beurteilung des Standortes

### 8.1 Kurzüberblick Baugrundverhältnisse

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist im Bereich der Bohrungen BS 1, BS 4 und BS 7 mit ungünstigen Baugrundverhältnisse zu rechnen. Hier besteht der natürliche Baugrund bis in größere Tiefe von mindestens 5,5 m aus meist weichen, d. h. setzungsempfindlichen, bindigen und organischen Böden.

Im Bereich der übrigen Bohrungen BS 2, BS 3, BS 5, BS 6 und BS 8, d. h. dort, wo zwischen den bindigen und organischen Böden eine sandige Zwischenschicht eingeschaltet ist, ergeben sich günstigere Baugrundverhältnisse. Die organischen Böden im tiefen Baugrund sind hier meist geringmächtiger ausgebildet. Die Sande reichen bis in Tiefen von ca. 5 m.

### 8.2 Allgemeines, Höhen

Detaillierte Planunterlagen zu den Erschließungsmaßnahmen liegen derzeit noch nicht vor, sodass unter Berücksichtigung der Standortbedingungen und der angetroffenen Baugrundverhältnisse nur allgemeine Hinweise gegeben werden können.

Der Bestandskanal in der Florianstraße liegt in etwa in 2 m bis 2,5 m Tiefe (Kanalsohle bei ca. 119,5 m NHN). Wir gehen davon aus, dass der neue Kanal in etwa auf gleicher Höhe verlegt wird.

Weiter gehen wir davon aus, dass die neue Erschließungsstraße höhenmäßig an das Straßenniveau der Florianstraße angepasst wird. Nach [2.2] liegt das Straßenniveau der Florianstraße auf Höhe der geplanten Kreuzung bei ca. 121,6 m NHN.

Für die Wohnbebauung liegen derzeit keine Bezugshöhen vor. Diesbezüglich nehmen wir an, dass das Geländenniveau der Grundstücke an das angrenzende Straßenniveau angepasst wird (Annahme: Niveau OK RFB EG ca. 10 - 30 cm über OK Straße).

Nach den Bohransatzhöhen verläuft das Gelände im Bereich der zentralen Baufläche weitgehend eben auf Höhen von ca. 120,4 m NHN bis ca. 120,8 m NHN (Mittelwert 120,6 m NHN). In Richtung Florianstraße liegt es bereichsweise schon höher bei ca. 121,6 m NHN, d. h. annähernd auf dem späteren Geländenniveau. Im Bereich der

nördlichen Baufläche liegt das Gelände straßenseitig bei ca. 121,4 m NHN und fällt in nordwestliche Richtung bis auf ca. 119,5 m NHN relativ steil ab.

Demzufolge ist zur Erschließung des Baugebietes eine Auffüllung der Bauflächen erforderlich. Genauere Hinweise zu den erforderlichen Schütthöhen sowie zur Vorbereitung der Bauflächen sind in den nachfolgenden Kapiteln enthalten.

### 8.3 Geländeauffüllung, Vorbelastung

Die am Projektstandort flächig anstehenden bindigen und organischen Böden sind insbesondere bei weicher Konsistenz nur gering tragfähig und werden sich unter der Auflast aus der Geländeauffüllung und den zukünftigen Gebäude- und Verkehrslasten setzen. Infolge der Konsolidierung der Böden treten die Setzungen zeitverzögert über einen Zeitraum von einigen Monaten bis Jahren nach der Lastaufbringung auf, d. h. sie klingen nur sehr langsam ab.

Das Setzungsmaß hängt von der Schütthöhe und vorallem vom Zustand der bindigen und organischen Böden ab. Beispielhaft ist bei einer Geländeauffüllung um 1 m ( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ) im Bereich weicher bindiger und organischer Böden (vgl. BS 1) mit Setzungen bis knapp über 2 cm zu rechnen. Hinzu kommen die Setzungen aus der späteren Nutz- bzw. Verkehrslast. Bei geringerer Schütthöhe und/oder günstigeren Baugrundverhältnissen (vgl. BS 3) werden die Setzungen aus der Geländeauffüllung voraussichtlich um 0,5 cm bis 1 cm geringer sein. Dies bedeutet, dass die Setzungen in der Fläche variieren können.

Falls bis zum Baubeginn genügend Zeit zu Verfügung steht, bietet sich am Standort zur Vorwegnahme der Setzungen eine Vorbelastung des Geländes an, d. h. eine Überschüttung der neuen Bauflächen und der Straße über das geplante Niveau hinaus.

Wir empfehlen hierzu eine Schütthöhe bis etwa 1 m bis 1,5 m über die spätere Geländehöhe (Vorlast von  $20 \text{ kN/m}^2$  bis  $30 \text{ kN/m}^2$ ). Für die Vorlast müsste eine Liegezeit von mindestens 6 Monaten zur Verfügung stehen, um ein ausreichendes Maß der Konsolidierung zu erreichen.

Falls keine Vorbelastung des Geländes durchgeführt wird, empfohlen wird dennoch die Geländeauffüllungen möglichst frühzeitig durchzuführen. Auch dann, wenn nur bis zur

späteren Geländehöhe aufgefüllt wird, ist die Vorwegnahme von Setzungen durch die Liegezeit bis zum Bau der Gebäude bzw. der Verkehrsflächen von Vorteil.

## 8.4 Kanal- und Leitungsbau

### Allgemeine Hinweise

Für die geplante Abwasserleitung liegen hinsichtlich der Materialwahl und Abmessungen noch keine Angaben vor. Auch die genaue Tiefenlage des Kanals ist noch nicht bekannt.

Auf Grundlage der Angaben in **Kapitel 8.2** gehen wird nachfolgend davon aus, dass die Kanalsohle in etwa auf Höhe des Bestandskanals bei ca. 119,5 m NHN liegen wird. Die Unterkante der Schachbauwerke liegt meist 30 cm tiefer als die Kanalsohle. Die Grabensohle liegt somit bei etwa 119 m NHN oder geringfügig tiefer.

### Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Für die Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben gilt die DIN 4124<sup>6</sup>.

Die Kanalgrabentiefe wird maximal etwa 2,5 m betragen. Bis zur Grabensohle besteht der Baugrund zunächst aus den Materialien der Straßendammschüttung (vgl. Angaben in **Kapitel 8.5**) und darunter aus sandig-schluffigen Auffüllungen und natürlichen bindigen Böden.

Wenn ausreichend Platz zur Verfügung steht, können geböschte Baugruben hergestellt werden. In bindigen, mindestens steifen Böden können Gräben bis in eine Tiefe von 1,25 m mit senkrechten Wänden, bis in eine Tiefe von 1,75 m senkrecht mit geböschter Kante hergestellt werden. Bei tieferen Gräben sind Böschungsneigungen von maximal 60° zulässig. Im Bereich weicher bindiger Böden, gemischtkörniger und körniger Böden sowie bei Wasserzutritten sind die Böschungen auf 45° abzuflachen.

Bei beengten Platzverhältnissen kann ein Verbau erforderlich sein. Bei der Wahl der Verbauart sind die bis zur Grabensohle schichtenweise anstehenden körnigen bzw. gemischtkörnigen Böden (Geländeauffüllung, vorhandene Auffüllungen der Boden-

---

<sup>6</sup> **DIN 4124:** Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten, Ausgabe 2012

gruppe SW, SI, GW, GI, SU, SU\*) maßgebend. Nach den Kriterien der DIN 4124 sind diese Böden vorübergehend nicht standfest, sodass nur kraftschlüssige Verfahren im Absenkverfahren eingesetzt werden dürfen, z. B. ausgesteifte Grabenverbaugeräte oder ein Kanaldielenverbau. Einstellverfahren, die temporär unverbaute senkrechte Grabenwände erfordern, sind nur in Abschnitten mit ausschließlich steifen, bindigen Böden bis zur Grabensohle zulässig.

Für die Bemessung des Verbaus können vereinfachend folgende bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

$$\gamma_k / \gamma_{k'} = 20 / 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi'_k = 30^\circ$$

$$c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$$

Der Rückbau des Verbaus sollte abschnittsweise während der Herstellung der Leitungszone und vor Verdichtung der eingebrachten Schüttlagen (siehe Abschnitt „Grabenverfüllung und Verdichtung“) erfolgen, um eventuell vorhandene Hohlräume oder Auflockerungen hinter den Verbauelementen zuverlässig zu beseitigen. Falls die Entfernung des Verbaus aufgrund der gewählten Verbauart dennoch nur nach der Verfüllung des Grabens erfolgen kann, sind besondere Maßnahmen zur Nachverdichtung der betroffenen Zonen bzw. Verfüllung der Hohlräume zu treffen.

Je nach Jahreszeit und Niederschlagsituation ist bei der Herstellung des Kanals mit dem Zutritt von Schichten- und Oberflächenwasser in den Kanalgraben zu rechnen. Die Intensität der Wasserzutritte hängt stark von den Witterungsverhältnissen während der Baumaßnahme sowie der Kanalgrabentiefe ab (evtl. wird die bindige Deckschicht bzw. Sperrschicht entfernt). Wir gehen davon aus, dass die Wassermengen relativ gering sein werden und mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen beherrscht werden können.

Es wird darauf hingewiesen, dass für Wasserhaltungsmaßnahmen eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen ist.

## Rohrbettung und Grabensohle

Für das Auflager (Bettung) des Kanals sind die Anforderungen gemäß DIN EN 1610<sup>7</sup> einzuhalten.

Die Kanalsohle bzw. die Unterkante der Schachtbauwerke kommt nach den bisherigen Ausführungen in den Schluffen bzw. Schluff-Sand-Gemischen der Deckschicht zu liegen. Die bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden können entlang des Bauabschnittes unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen (weiche, weich-steife oder auch steife Konsistenz). Bei weicher Konsistenz sind sie nur gering tragfähig und stark setzungsempfindlich. Unterhalb des Kanals muss ebenfalls von inhomogenen Baugrundverhältnissen ausgegangen werden (teils Sande, teils bindige Böden, organische Böden).

Generell muss die Bettung eine gleichmäßige Druckverteilung unter dem Kanalrohr im Auflagerbereich und einen tragfähigen Untergrund im Arbeitsraumbereich sicherstellen. Aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse ist die Gründung des Kanals auf einer standardmäßigen Bettung TYP 1 nach DIN EN 1610 (Mindestdicke von 100 mm + 1/10 DN) nicht ausreichend. Zur Vergleichmäßigung der Rohrbettung und der Vermeidung von Setzungsdifferenzen längs der Kanalachse empfehlen wir daher, unterhalb der Bettungsschicht einen zusätzlichen Teilbodenaustausch von mindestens 40 cm über die gesamte Grabenbreite durchzuführen, d. h. eine Verstärkung der Bettungsschicht auf mindestens 50 cm („Gründungsschicht“).

Als Bettungs- bzw. Bodenaustauschmaterial empfehlen wir die Verwendung eines Kies-Sand-Gemisches oder eines Schotter-Splitt-Sandgemisches (Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196 bzw. Bodengruppe G1 nach Arbeitsblatt ATV DVWK-A 127). Das zulässige Größtkorn wird in der DIN EN 1610 auf maximal 22 mm bei Rohrdurchmessern von  $DN \leq 200$  mm bzw. auf maximal 40 mm bei Rohrdurchmessern von  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$  begrenzt; ggf. abweichende Anforderungen des Rohrherstellers sind zu berücksichtigen.

Zur Stabilisierung der Grabensohle sowie zum Schutz der Leitungszone gegen eine Wechselwirkung mit dem anstehenden Boden empfehlen wir den Einbau eines unverrottbaren Geotextils (Robustheitsklasse GRK 4, mechanisch verfestigt,  $\geq 200$  g/m<sup>2</sup>).

---

<sup>7</sup> **DIN EN 1610:** Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanäle, Ausgaben 2015

Alternativ zu einer Bettung des Kanals auf einem Kies-Sand-Gemisch bzw. Schotter kann die Gründungsschicht (Bettung) auch in Beton ausgeführt werden.

Die bindigen Böden sind sehr witterungsempfindlich und können bei Wasserzutritt und/oder mechanischer Beanspruchung rasch aufweichen. Das Geotextil sowie die Bodenaustauschmaterialien sind unmittelbar nach dem Freilegen der Sohle einzubauen.

Wir weisen darauf hin, dass auch bei der o. g. Austauschstärke immer noch Reste der bindigen Böden im Baugrund verbleiben und in größeren Tiefen organische Böden anstehen. Infolge der Zusatzlasten aus der Grabenverfüllung und durch die Geländeaufschüttung (Straßendammschüttung) muss lokal mit Setzungen des Kanals gerechnet werden.

### Grabenverfüllung und Verdichtung

Bei der Verfüllung und Verdichtung des Kanalgrabens gelten die Vorgaben der DIN EN 1610, der ZTV-E-StB und der ZTV A-StB.

Beim Kanalgrabenaushub fallen überwiegend schluffig durchsetzte Sande (Auffüllungen), Schluff-Sand-Gemische oder sandige Schluffe an. Die Böden enthalten keine oder nur geringe organische Beimengungen. Derartige bindige Mischböden sowie feinkörnige Böden der Bodengruppen SU\*, ST\*, UL, UM sind nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 der Bodengruppe G3 zuzuordnen. Bindige Mischböden fallen nach ZTV A-StB 12 in die Verdichtbarkeitsklasse V2 und steife, bindige Böden in die Verdichtbarkeitsklasse V3 (siehe auch **Tabelle 2**).

In der Leitungszone sind in der Regel nur steinfreie, kiesig-sandige Materialien oder Schotter-Splitt-Sandgemische zugelassen (Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196 bzw. Bodengruppe G1 nach Arbeitsblatt ATV DVWK-A 127, Verdichtbarkeitsklasse V1 nach ZTV A-StB).

Auch in der Hauptverfüllung sollte die Verwendung von grobkörnigen Materialien (s. o) bevorzugt werden, da diese weniger wasser- und witterungsempfindlich und somit leichter zu verdichten sind. Generell raten wir von der Wiederverwendung der bindigen Aushubböden ab, da der ordnungsgemäße Einbau derartiger Böden sehr witterungsabhängig ist und mit einem erhöhten baubetrieblichen Aufwand (z. B. eine zusätzliche Stabilisierung mittels Mischbindemittel) verbunden sein kann. Sollten dennoch bindige

Aushubböden für die Hauptverfüllung verwendet werden, müssen diese mindestens steif sein (d. h. schwer knetbare Böden) und dürfen keine organischen Beimengungen enthalten (Verdichtungsstufe V2 oder V3 bzw. Bodengruppe G3). Weiche bzw. aufgeweichte Böden (d. h. leicht zu knetende Böden) sowie bindige Böden mit organischen Beimengungen sind nicht zum Wiedereinbau geeignet. Es wird empfohlen, ungeeignete Böden bereits beim Aushub zu separieren.

Das für den Wiedereinbau vorgesehene Aushubmaterial muss vor Durchfeuchtung geschützt zwischengelagert werden. Hierfür wird die Herstellung einer Miene mit geneigter und abgewalzter Oberfläche (Quergefälle  $\geq 5\%$ ) vorgeschlagen.

Bei der Verwendung von Fremdmaterialien empfehlen wir den Einbau von Tragschichtmaterialien nach TL SoB-StB 04/07 (Kies-Sand-Gemische, Schotter-Splitt-Sandgemische).

Nach ZTV E-StB 09 gelten die folgenden Anforderungen an die Verdichtung des Kanalgrabens (beachte: Straßenbau auf Straßendammschüttung):

Tabelle 8 Verdichtungsanforderungen an Grabenverfüllzonen nach ZTV E-StB

Prüfzone	Verdichtbarkeitsklasse V1 GW, GI, GE, SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	Verdichtbarkeitsklasse V2/V3 GU*, GT*, SU*, ST* UL, UM, TL, TM
Hauptverfüllung	100 % bis 0,5 m Tiefe u. Planum	97 % bis 0,5 m u. Planum
	98 % > 0,5 m u. Planum	97 % > 0,5 m u. Planum
Leitungszone	97 %	

Die Eignung der zum Einsatz kommenden Materialien muss im Einzelfall geprüft werden (Verdichtungsfähigkeit, Filterfestigkeit etc.).

Die Schütthöhen für den lagenweisen Einbau und die lagenweise Verdichtung sind in Abhängigkeit vom einzubauenden Boden und dem Verdichtungsgerät zu wählen. Zum Schutz der Rohrleitung dürfen bis etwa 1 m über Rohrscheitel nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden (Anforderungen des Rohrherstellers sind ebenfalls zu beachten).

Es ist zu beachten, dass grobkörnige Verfüllmaterialien deutlich durchlässiger sind als die umgebenden bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden, sodass der Leitungsgraben wie eine Längsdrainage wirkt und u. U. die vorherrschende Grundwassersituation beeinflussen kann. Zur Vermeidung dieser Dränagewirkung sind im Gefällebereich Dichtriegel aus bindigen Böden (sogenannte Lehmschläge) oder Beton vorzusehen, die den Wasserabfluss in der Leitungszone verhindern. Entsprechend ist auch im Bereich der Ver- und Entsorgungseinrichtungen zu den einzelnen Gebäuden sowie eventueller Baudrängen zu verfahren.

Wir weisen darauf hin, dass bei einer Gründung des Kanals nach den o. g. Empfehlungen die Setzungen nicht gänzlich vermieden, sondern nur begrenzt und gleichmäßig verteilt werden. Über längere Zeit muss mit geringen Verformungen gerechnet werden.

## 8.5 Straßendammschüttung, Einschnitte

Die Straßendammschüttung kann nach Abtrag des Oberbodens auf den sandig-schluffigen Auffüllungen bzw. mindestens steifen Schluffen erfolgen. Aufgeweichte Böden müssen ausgebaut und durch gut verdichtungsfähige Kies-Sand-Gemische ersetzt werden.

Ausgehend von den Bohransatzhöhen sind zum Niveau UK Straßenoberbau Schütthöhen von ca. 0,5 m bis 1,0 m erforderlich. Lokal ist ein Einschnitt in das Gelände notwendig (vgl. BS 4).

Als Schüttmaterialien eignen sich gut verdichtungsfähige, grobkörnige Materialien (z. B. nichtbindige, weitgestufte Kies-Sand-Gemische bzw. Schotter-Splitt-Sandgemische, Bodengruppen GW, GI, SW, SI) bzw. gemischtkörnige Böden (Bodengruppe GU, GT, bei günstigen Witterungsbedingungen auch GU\*/GT\*, SU/ST, SU\*/ST\*). Entsprechende Aushubmaterialien können ebenfalls zur Herstellung des Straßendamms verwendet werden.

Wie bereits in **Kapitel 8.3** beschrieben, kann es infolge der zusätzlichen Auflast durch die Dammschüttung in den weichen bindigen und organisch durchsetzten Böden zu Setzungen von ca. 0,5 cm bis knapp über 2 cm kommen.



Der Dammkörper muss lagenweise aufgeschüttet und verdichtet werden. Die Verdichtungsanforderung beträgt  $D_{Pr} \geq 100\%$  (siehe **Tabelle 7**).

Bei der Verwendung von sehr grobem Schüttmaterial kann zur Gewährleistung der Filterstabilität der Einbau von Trenngeotextillagen erforderlich werden.

Mit Hinblick auf die spätere Wohnbebauung und evtl. weiterer Geländeaufschüttungen empfehlen wir, den Schüttkörper des Straßendamms seitlich mindestens 2,0 m über die Verkehrsflächen hinaus zu verbreitern.

## 8.6 Straßenbau

### Allgemeine Hinweise

Derzeit liegen keine Planunterlagen zu den geplanten Straßen vor.

Die neuen Straßen dienen als Anliegerstraßen, sodass eine Verkehrsbeanspruchung gemäß der Belastungsklasse Bk1,0 nach RStO 12 zu erwarten ist.

Der Projektstandort befindet sich in der Frosteinwirkungszone 1.

### Straßenbau auf Dammschüttung

Zur Herstellung des Straßendamms wurde in **Kapitel 8.5** die Verwendung von grobkörnigen Böden (Bodengruppe GW, GI) bzw. gemischtkörnigen Böden (SU, GU) empfohlen. Diese Böden können gemäß ZTV E-StB den Frostepfindlichkeitsklassen F1 und F2 zugeordnet werden.

Nach RStO ist auf F2-Böden im Planum (ungünstigster Fall) ein 50 cm starker frostsicherer Aufbau erforderlich.

Auf den grob- bzw. gemischtkörnigen Böden der Dammschüttung ist bei ordnungsgemäßer Herstellung entsprechend den Angaben in **Kapitel 8.5** davon auszugehen, dass der nach RStO geforderte  $E_{V2}$ -Wert von 45 MN/m<sup>2</sup> auf dem Planum erreicht wird. Bei der

Verwendung von gebrochenen Schüttmaterialien sind durchaus auch Verdichtungswerte von  $E_{V2}$ -Wert  $\approx 60 - 70 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum erreichbar.

In Anlehnung an die RStO 12 schlagen wir folgende Straßenaufbauten vor. Hierbei wurde von der o. g. Mindestanforderung an das Planum von  $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$  und der Verwendung von hochwertigen Tragschichtmaterialien ausgegangen.

Asphaltbauweise - Bk1,0, Tafel 1, Zeile 1:

4 cm	Asphaltdecke	
14 cm	Asphalttragschicht	
35 cm	Trag-/Frostschuttschicht	$E_{V2} = 120 \text{ MN/m}^2$
_____	Planum	$E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$
53 cm	Gesamtstärke Oberbau	

Pflasterbauweise - Bk1,0, Tafel 3, Zeile 1:

8 cm	Pflasterdecke	
4 cm	Bettung	
20 cm	Schottertragschicht	$E_{V2} = 150 \text{ MN/m}^2$
25 cm	Frostschuttschicht	
_____	Planum	$E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$
57 cm	Gesamtstärke Oberbau	

### Straßenbau auf bindigem Planum

Bereichsweise sind zur Herstellung der neuen Straße Einschnitte in das bestehende Gelände erforderlich, sodass u. U. auch bindige Böden im Planum anstehen können (F3-Böden, vgl. BS 4).

Nach RStO 12 ist auf F3-Böden ein frostsicherer Aufbau von mindestens 60 cm vorzusehen.

Bei bindigen, steifen Böden ist eher mit Verdichtungswerten von  $E_{v2} = 20 - 30 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum zu rechnen. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit sind die bindigen Böden daher auf Teilhöhe auszubauen und durch gut verdichtbare Kies-Sand-Gemische zu ersetzen. Für die Planung kann von einer Austauschstärke von etwa 30 cm ausgegangen werden.

Wir empfehlen, die tatsächlich erforderlichen Schichtstärken bzw. die erforderlichen Austauschstärken auf Probefeldern mittels statischer Plattendruckversuche auf dem Erdplanum zu ermitteln.

Alle Frostschutz- bzw. Tragschichten unter den Verkehrsflächen müssen zuverlässig entwässert werden.

## 8.7 Bebaubarkeit der Grundstücke

Die neuen Wohnflächen sind im Bebauungsplan als allgemeines Wohngebiet (WA) ausgewiesen. Es ist eine Bebauung mit Einfamilienhäusern und Doppelhäusern geplant.

Zur Planung von Gebäuden sind kleinräumigere Untersuchungen jeweils im Bereich der Gebäude erforderlich. Nachfolgend werden zur Orientierung allgemeine Hinweise zur Gründung der Gebäude gegeben.

Bislang liegen uns keine Bezugshöhen für die Wohnbebauung vor. Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass das Gelände im Bereich der geplanten Wohnbebauung an das Straßenniveau angepasst wird (OK Erschließungsstraße Süd bei ca. 112,6 m NHN, OK Erschließungsstraße Nord ca. 121,4 m NHN). Wir gehen davon aus, dass das EG-Niveau 10 – 30 cm über dem angrenzenden Straßenniveau liegen wird.

### Nichtunterkellerte Gebäude

Unter nichtunterkellerten Gebäude sind im Bereich der zentralen Baufläche demnach Geländeauffüllungen von ca. 1,0 m bis 1,5 m erforderlich. Auf den nördlichen Bauflächen können im tiefen Gelände Auffüllstärken bis zu knapp 2 m erforderlich werden (vgl. BS 8).

Wie für den Straßendamm empfehlen wir als Schüttmaterialien verdichtungsfähige, grobkörnige Materialien (z. B. nichtbindige, weitgestufte Kies-Sand-Gemische bzw. Schotter-Splitt-Sandgemische, Bodengruppen GW, GI, SW, SI) bzw. gemischtkörnige Böden (Bodengruppe GU, GT, bei günstigen Witterungsbedingungen auch GU\*/GT\*, SU/ST, SU\*/ST\*) zu verwenden. Auch hier können entsprechende Aushubmaterialien wiederverwendet werden. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit empfehlen wir in der oberen Lage der Geländeauffüllung den Einbau von hochwertigen, gebrochenen Tragschichtmaterialien.

Die Schüttmaterialien müssen lagenweise eingebaut und verdichtet werden. Die Verdichtungsanforderung beträgt  $D_{Pr} \geq 100 \%$ .

Nichtunterkellerte Gebäude können flach in den o. g. Materialien der Geländeauffüllung gegründet werden. Wir empfehlen die Gründung über eine elastisch gebettete, bewehrte Bodenplatte.

#### Einfach unterkellerte Gebäude

Bei einfach unterkellerten Gebäuden empfehlen wir ebenfalls eine Gründung über eine elastisch gebettete, bewehrte Bodenplatte.

Mit einer Kellergeschosshöhe von ca. 2,5 m liegt die Gründungssohle (UK Bodenplatte) vorwiegend in den natürlichen bindigen Böden der Deckschicht (Schluffe). Bei steifer Konsistenz sind die Schluffe bei üblichen Lasten für bis zu 3-geschossige Gebäude als Gründungsebene durchaus geeignet. Aufgeweichte Böden sind als Gründungsebene nicht geeignet; sie müssen entfernt und durch gut verdichtungsfähige Kies-Sand-Gemische ersetzt werden.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit empfehlen wir unter der Bodenplatte den Einbau einer Tragschicht (Stärke ca. 30 cm).

Nach den Angaben in **Kapitel 6.4** kann das Grundwasser beim Entfernen / Durchstoßen der Deck- bzw. Sperrschicht bei hohen Grundwasserverhältnissen bis auf 117,2 m NHN ansteigen, d. h. der freie Grundwasserspiegel liegt in diesem Fall immer noch etwa 2 m unterhalb des Untergeschosses. Das Grundwasser hat demnach keinen Einfluss auf einfach unterkellerte Gebäude.

Im gesamten Gebiet muss jedoch mit Schicht- und Sickerwasser gerechnet werden. Im Arbeitsraum der Gebäude kann es demnach zum Aufstau von Sickerwasser und infiltriertem Niederschlagswasser kommen, sodass die Untergeschosse bzw. alle erdberührten Bauteile auf die Beanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser ausgelegt oder z. B. nach DIN 4095 dräniert werden müssen.

## 8.8 Versickerung von Niederschlagswasser

Die bindigen Böden bis etwa 3 m Tiefe und sowie die organischen Böden im tieferen Baugrund sind mit hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerten von ca.  $k_f < 10^{-7}$  m/s nahezu wasserundurchlässig.

Eine zuverlässige Versickerung von Niederschlagswasser ist am Projektstandort demnach erst in den natürlichen Kiesen und Sanden unterhalb der organischen Böden möglich. Diese stehen jedoch erst ab größeren Tiefen von etwa 5 m bis 6 m an. In der oberen Zone kann die Durchlässigkeit dieser Böden aufgrund bindiger Beimengungen reduziert sein.

Wir empfehlen, die hydraulische Durchlässigkeit im Bereich geplanter Versickerungsanlagen mittels Versickerungsversuchen vor Ort zu bestimmen.

Neben den geologischen Randbedingungen sind bei der Planung und Ausführung von Versickerungsanlagen zudem die Grundwasserverhältnisse zu berücksichtigen.

Laut den Anforderungen des Arbeitsblattes DWA-A 138<sup>8</sup> soll der Sickerraum oberhalb des mittleren höchsten Grundwasserstandes (MHGW) eine Mächtigkeit von mindestens 1 m aufweisen. Nach der Auswertung der Ganglinien an den umliegenden Grundwassermessstellen [2.8] ergibt sich für das Baugebiet ein MHGW von etwa 116,5 m NHN.

Für die Versickerung von Niederschlagswasser ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

---

<sup>8</sup> **DWA-A 138:** Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V, 04/2005

## 9 Weitere baubetriebliche Hinweise

Die bindigen und organischen Böden sind sehr wasser- und frostempfindlich. Daher ist das Erdplanum in diesen Bereichen während der Arbeiten vor Durchnässung (z. B. durch ausreichendes Quergefälle) und Frost zu schützen. Zur Vermeidung von Aufweichungen sollte das Planum nicht befahren werden. Weiche bzw. aufgeweichte bindige Böden auf dem Erdplanum sind auszubauen und durch gut verdichtbares Austauschmaterial zu ersetzen. Der Aushub sollte in diesen Böden möglichst schonend (z. B. mittels Schneidlöffel) erfolgen.

Für die Herstellung von Baugruben sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten. Hierzu verweisen wir auf die Angaben im **Kapitel 8.4** zur Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben.

Alle aneinander angrenzenden Erdstoffe müssen ausreichend filterstabil sein. Ist dies nicht der Fall müssen zur Gewährleistung der Filterstabilität geeignete Trenngeotextilien eingebaut werden.

Die Verdichtung der eingebauten Materialien sollte in Anlehnung an die Vorgaben der ZTVE-StB 09 und der RStO 12 im Zuge der Eigenüberwachung durch die ausführende Firma nachgewiesen werden.

## 10 Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Die Gemeinde Malsch plant die Erschließung neuer Wohnbauflächen im Baugebiet „Florianstraße / Neuwiesenstraße“.

Unser Büro wurde mit der Baugrunderkundung sowie der Erstellung eines geotechnischen und umwelttechnischen Gutachtens im Hinblick auf den geplanten Kanal- und Straßenbau, die Bebaubarkeit der Grundstücke sowie eine mögliche Versickerung von Niederschlagswasser beauftragt.

Die Baugrundverhältnisse am Projektstandort sind durch die Lage in der sogenannten Kinzig-Murg-Rinne gekennzeichnet. Die Zusammensetzung und der Zustand sowie die Mächtigkeit und Schichtabfolge der natürlichen Deckschichtböden unterliegt kleinräumigen Schwankungen, sodass über kurze Distanzen auch mit unterschiedlichen

Tragfähigkeiten der Böden gerechnet werden muss. Der Baugrund besteht zum Teil aus setzungsempfindlichen, bindigen und organischen Böden, die bis in größere Tiefe anstehen. Teils ist die Mächtigkeit der bindigen Böden geringer, da eine sandige Zwischenschicht eingeschaltet ist. Gut tragfähige quartäre Sande und Kiese stehen ab etwa 5 m bis 6 m Tiefe an.

Nach den umwelttechnischen Untersuchungen an charakteristischen Bodenmischproben wurde in dem gewachsenen bindigen Boden (MP3) keine analytischen Auffälligkeiten festgestellt. In den Mischproben aus der obersten durchwurzeltten Bodenschicht sowie den darunter folgenden Auffüllungen (MP1 und MP2) wurden jedoch Cyanide im Eluat von 14 µg/l bzw. ein PAK-Gehalt von 3,37 mg/kg festgestellt, was zu abfallrechtlichen Einstufungen als Z2- bzw. Z1.2-Material nach VwV Boden führt.

Überschreitungen von Prüfwerten aus der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung wurden nicht festgestellt.

Beim Ausheben sind die verschiedenen Materialien (oberste durchwurzeltte Bodenschicht, fremdstoffhaltige Auffüllungen, gewachsener Boden) voneinander getrennt zu halten und als Haufwerke bereit zu stellen, zu beproben und chemisch-analytisch zu untersuchen.

Sollten sich beim Ausheben wider Erwarten organoleptische Auffälligkeiten ergeben (Geruch nach organischen Schadstoffen, Verfärbungen, etc.), sollte die Arbeit im betroffenen Bereich eingestellt, die Bauleitung des Bauherren verständigt und ein Gutachter zur Beurteilung der Belastungssituation eingeschaltet werden.

Bei den Bohrarbeiten wurde Schicht- und Grundwasser angetroffen. Einfach unterkellerte Gebäude kommen oberhalb des Grundwasserspiegels zu liegen. Bei einfach unterkellerten Gebäuden sind die erdberührten Bauteile (Untergeschosse) wegen des möglichen temporären Aufstaus von Schichtwasser für die Beanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser auszulegen.

Der Standort liegt in der Erdbebenzone 1.

Zur Erschließung des Baugebietes ist eine Auffüllung des Geländes erforderlich. Im Laufe der Zeit wird das Gelände infolge der neuen Belastung aus der Geländeauffüllung sowie den späteren Gebäude- und Verkehrslasten Setzungen erfahren (Konsolidierung),

die nur langsam abklingen werden und zu Höhenunterschieden zwischen den Gebäuden und dem umliegenden Gelände führen werden.

Wir empfehlen daher im Vorfeld der Baumaßnahme zur Vorwegnahme bzw. Minimierung der Setzungen eine Vorbelastung des Baugrundes durchzuführen.

Nichtunterkellerte Gebäude können flach in der Geländeauffüllung und einfach unterkellerte Gebäude in steifen, bindigen Böden gegründet werden. Wir empfehlen die Gründung über eine elastisch gebettete, bewehrte Bodenplatte.

Das Baugrundmodell resultiert aus punktuellen Aufschlüssen im Baufeld. Die Baugrundverhältnisse sind natürlichen Schwankungen unterworfen und können deshalb lokal von den Aufschlussresultaten abweichen. Im Zuge der Bauausführung ist deshalb die Überprüfung der getroffenen Annahmen erforderlich. Bei starken Abweichungen sind die Unterzeichner zu benachrichtigen.

Eventuell noch offen stehende Fragen können in einem Nachtrag oder im Rahmen einer Besprechung geklärt werden.

Dr.-Ing. K. Maisch  
(Geschäftsführer)



Dipl.-Ing. M. Waldenberger  
(Sachbearbeiterin)



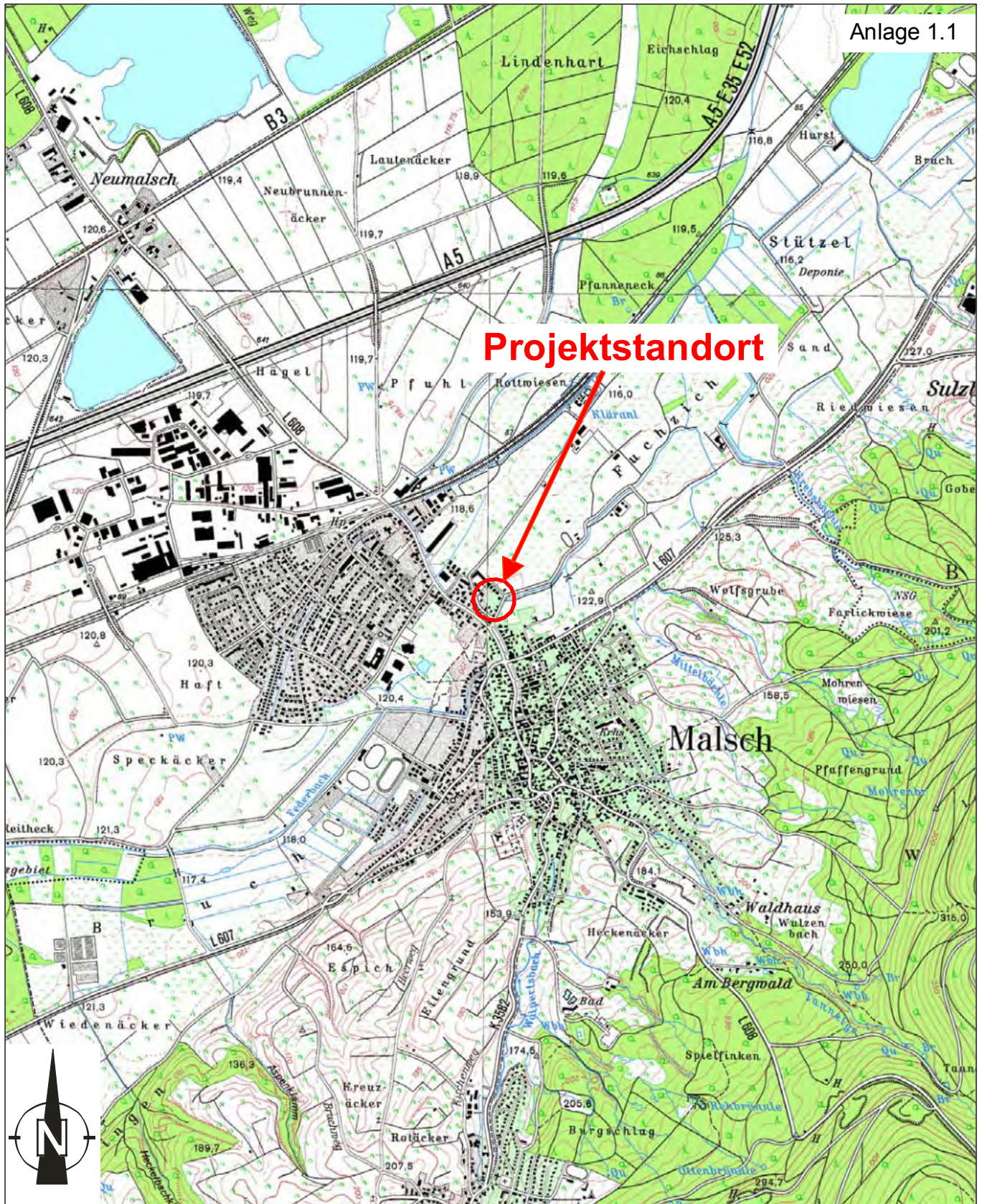
## **GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO- UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Baugebiet  
Florianstraße/Neuwiesenstraße  
in Malsch

Anlage 1

### **Lagepläne**

- Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1:25.000
- Anlage 1.2 Luftbild mit Projektstandort, M 1:1.000
- Anlage 1.3 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1:1.000



**Projektstandort**

Bauvorhaben: **Baugebiet  
Florianstraße/Neuwiesenstraße  
in Malsch**

Planbezeichnung: **Topografische Karte  
mit Projektstandort**



Maßstab: 1:25.000

Auftrag-Nr.: 16-0647

Bearbeiter: Mai.

Datum: 12.12.16



 Plangebiet



Bauvorhaben:  
Baugebiet Florianstraße /Neuwiesenstraße  
in Malsch

Planbezeichnung:  
Luftbild mit Projektstandort


Plan-Nr.:	Maßstab: 1:1000
-----------	-----------------

Bearbeiter: wa.	Datum:
Gezeichnet: Be.	24.01.17

Geändert:	
Gesehen:	

Projekt-Nr.: 16-0647
----------------------

19.01.2017

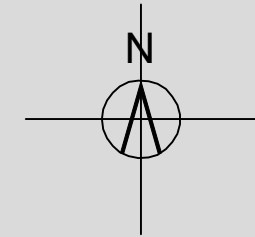

 GHJ  
 Geo- und Umwelttechnik  
 Am Hübengut 4  
 76149 Karlsruhe  
 Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0  
 Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99  
 E-Mail: office@ghj.de



**Flächenbilanz** Anlage 1.3

Gesamt	20.443 qm (100%)
Verkehrsflächen	3.493 qm
Grünflächen	318 qm
Lärmschutzwand	329 qm
Netto-Bauland	16.303 qm (80%)

Anz. Grundstücke 36 St  
 Ø-Grundstücksgröße ca. 453 qm



**GERHARDT**  
 stadtplaner.architekten

Freie Stadtplaner und Architekten DWB SRL  
 Weinbrennerstrasse 13, 76135 Karlsruhe  
 Tel. 0721-831030 Fax. 0721-853410  
 mail@gerhardt-stadtplaner-architekten.de  
 www.gerhardt-stadtplaner-architekten.de

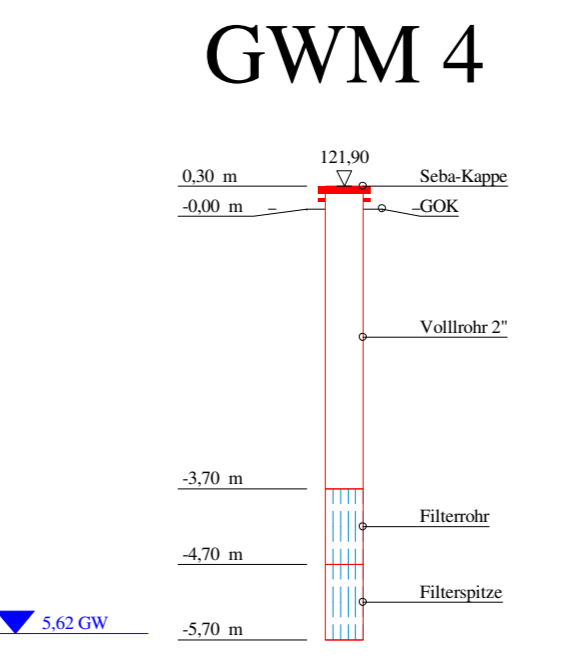
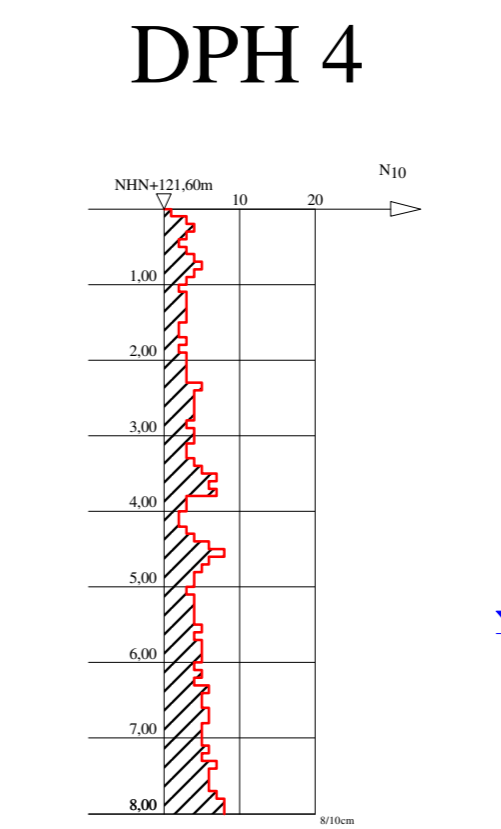
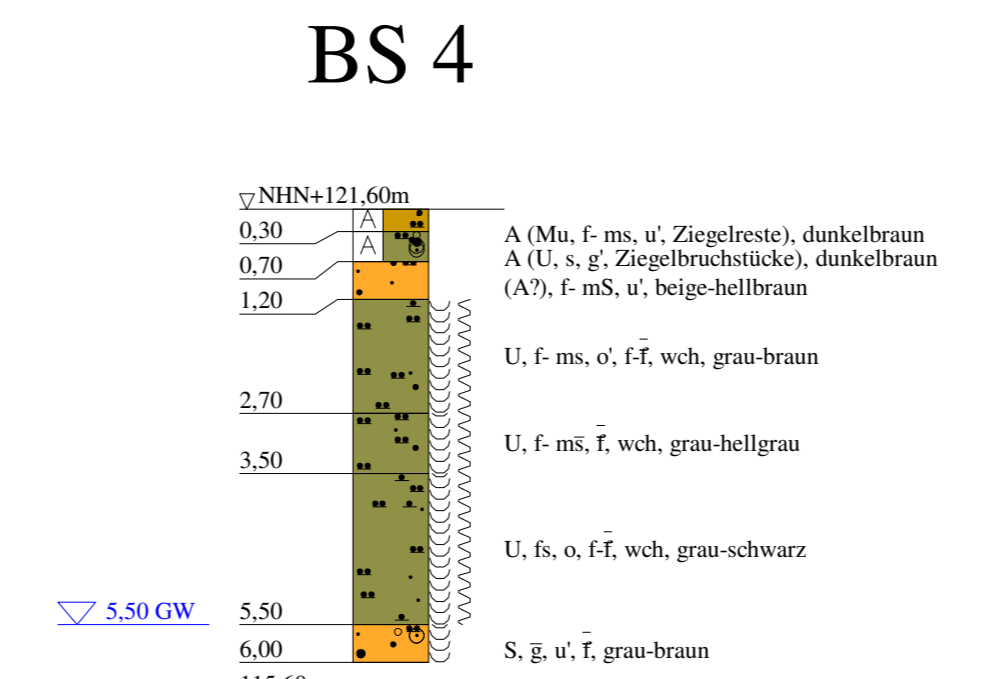
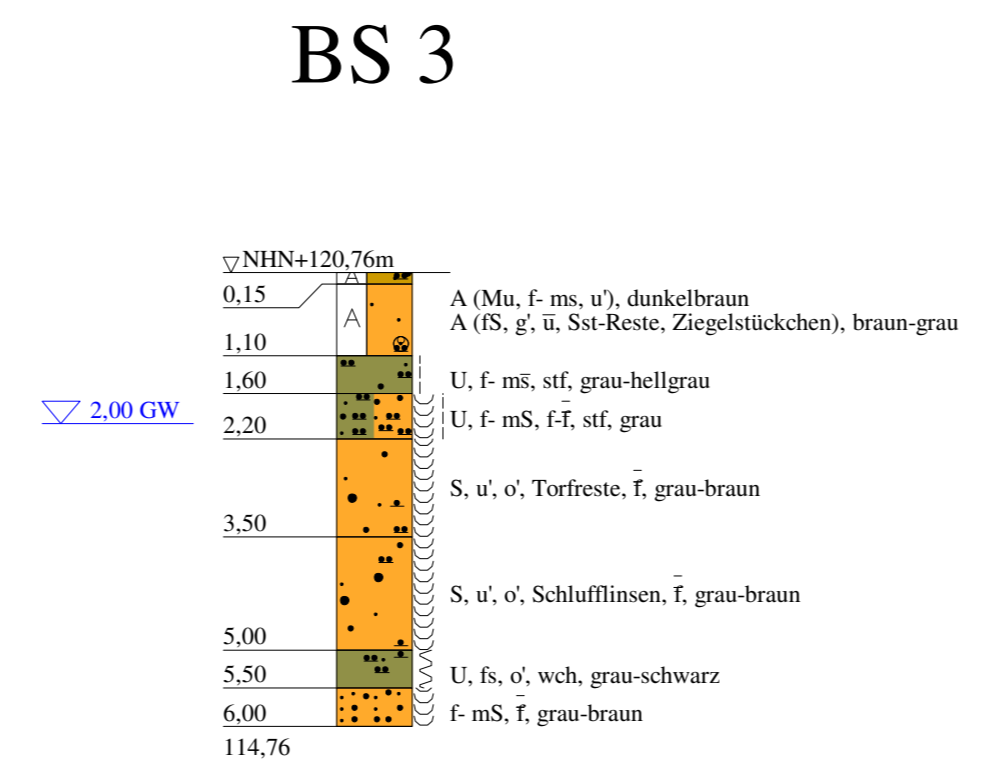
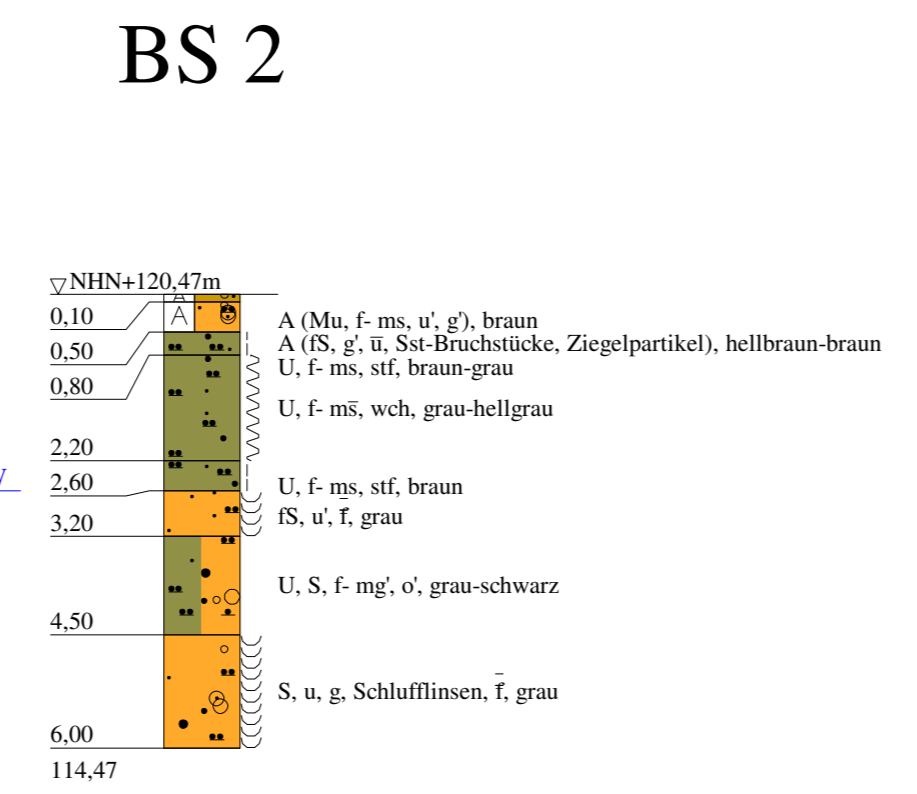
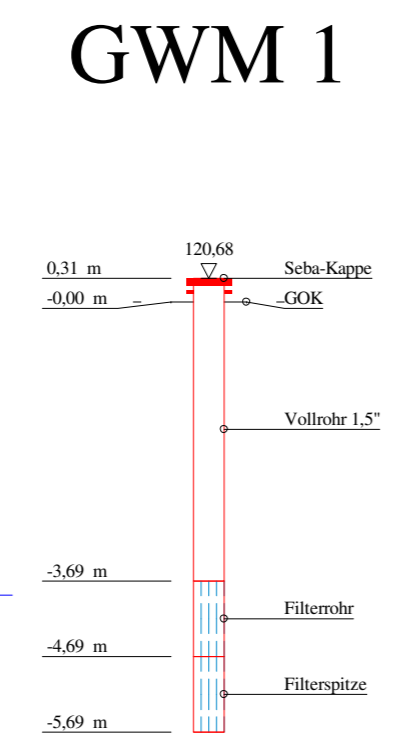
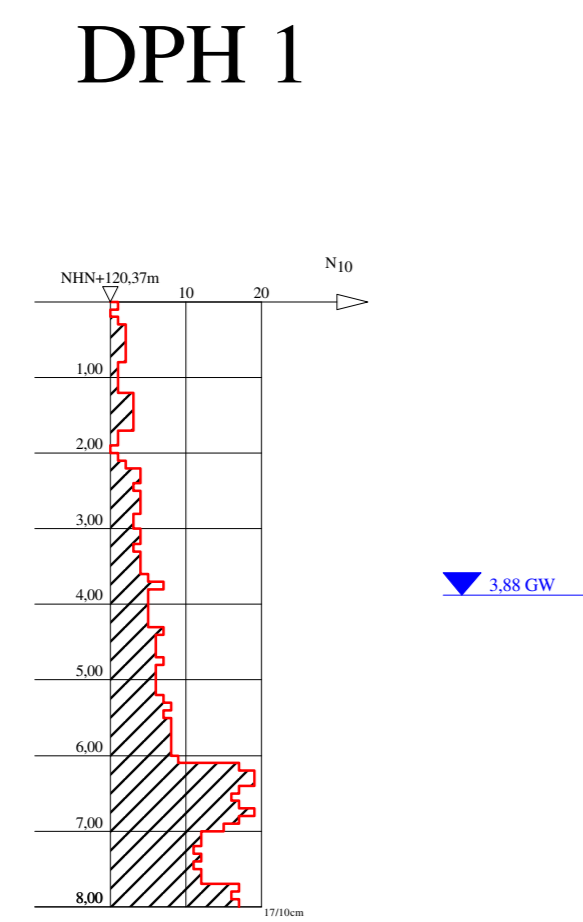
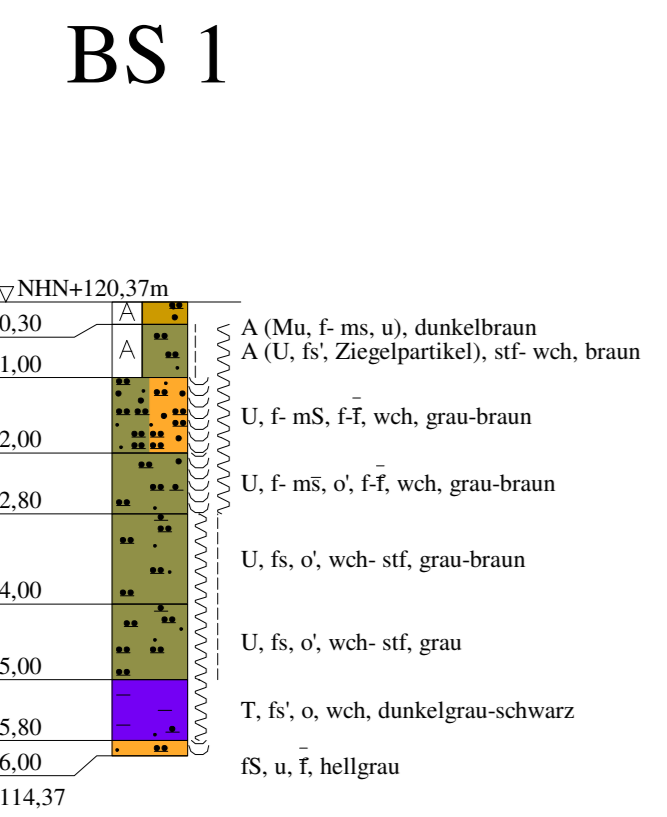
**Bauvorhaben:**  
 Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr. in Malsch

**Planbezeichnung:**  
 Lageplan mit Aufschlusspunkten

Plan-Nr.: Maßstab: 1:1000

	Bearbeiter: Mai.	Datum:
	Gezeichnet: Fa.	12.12.16
	Geändert:	
	Gesehen:	

Projekt-Nr.: 16-0647



### ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

○ DPH Rammsondierung Schwere Sonde ISO 22476-2  
 ● BS Sondierbohrung  
 ◡ GWM Grundwassermeßstelle

**PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER**  
 Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1  
 ▽ Grundwasser angebohrt  
 ▽ Ruhewasserstand

**BODENARTEN**

Auffüllung	A
Kies	G g
Mudde	F o
Mutterboden	Mu
Sand	S s
Schluff	U u
Steine	X x
Ton	T

**KORNGRÖßENBEREICH**  
 f fein  
 m mittel  
 g grob

**NEBENANTEILE**  
 - schwach (< 15 %)  
 - stark (ca. 30-40 %)  
 - sehr schwach; - sehr stark

**KONSISTENZ**  
 wch > weich stf | steif

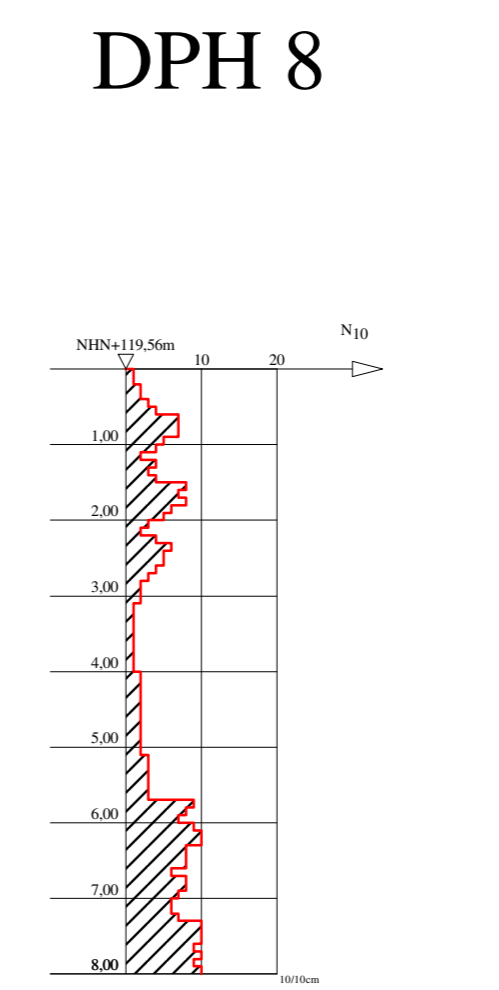
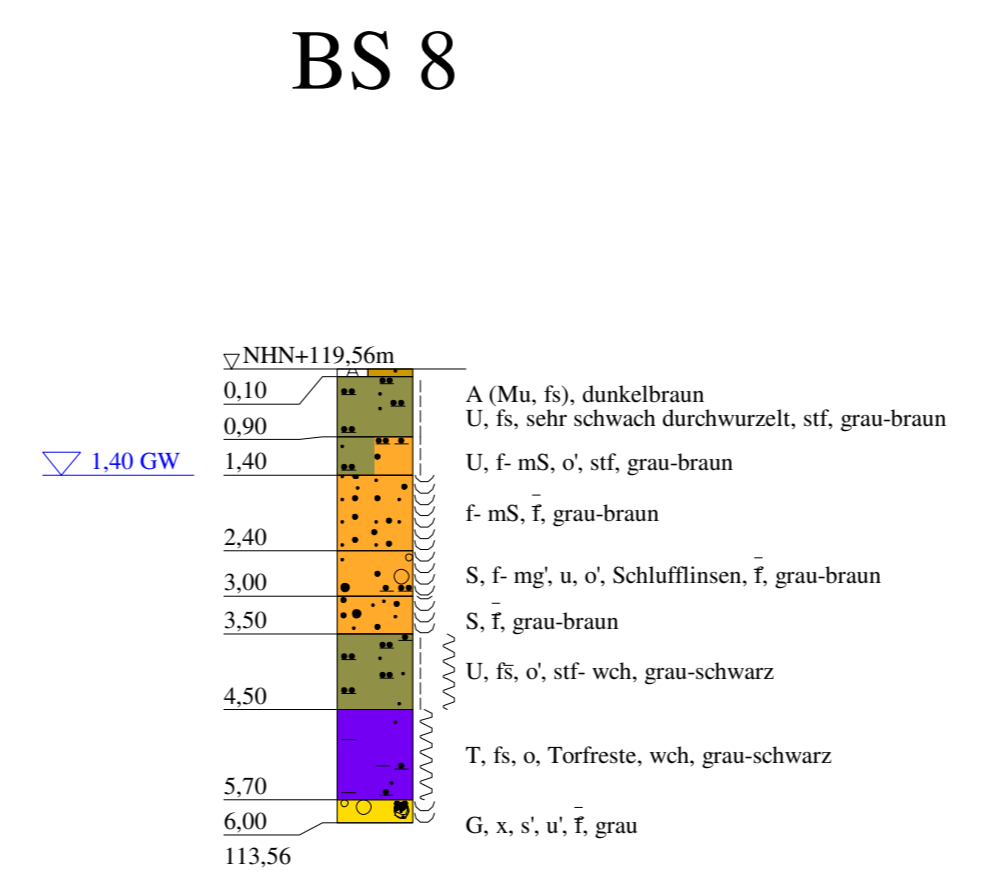
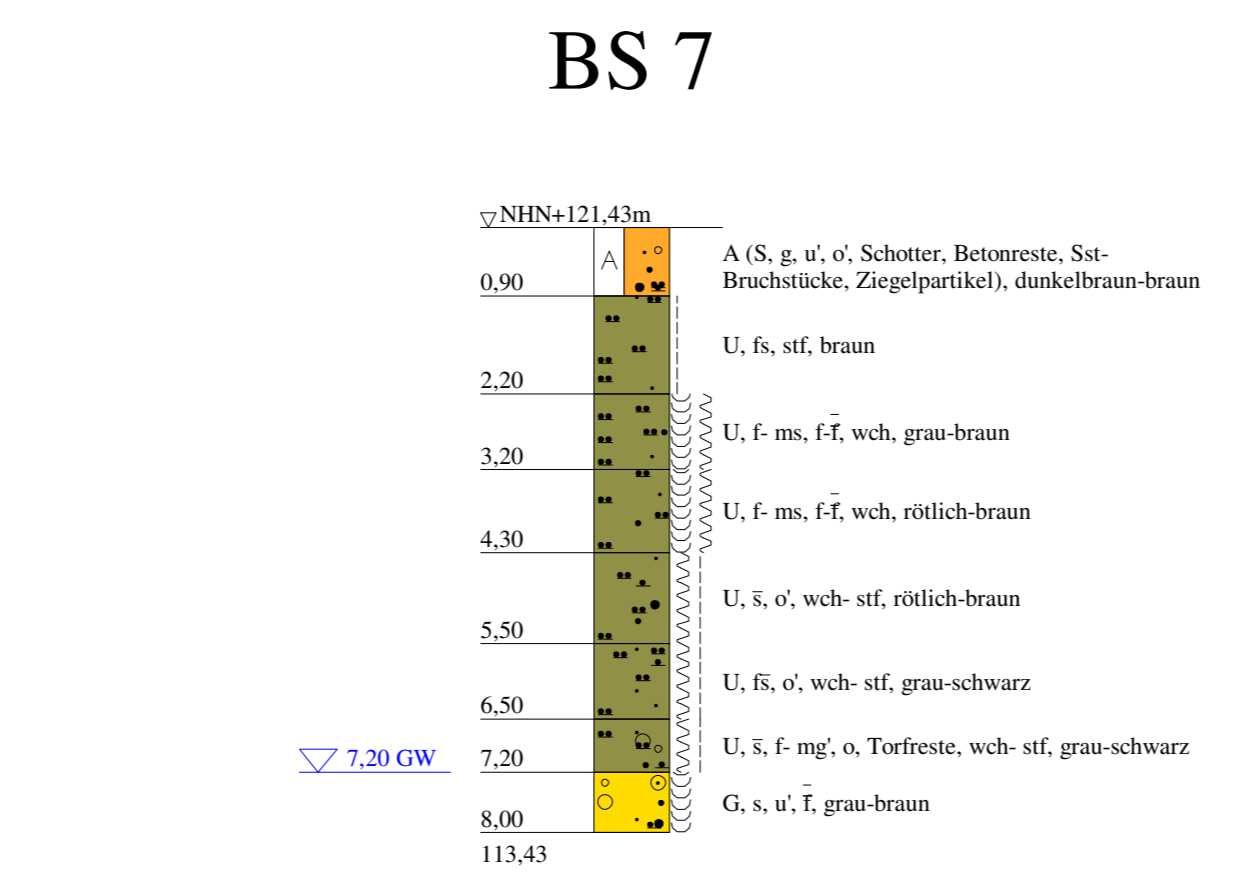
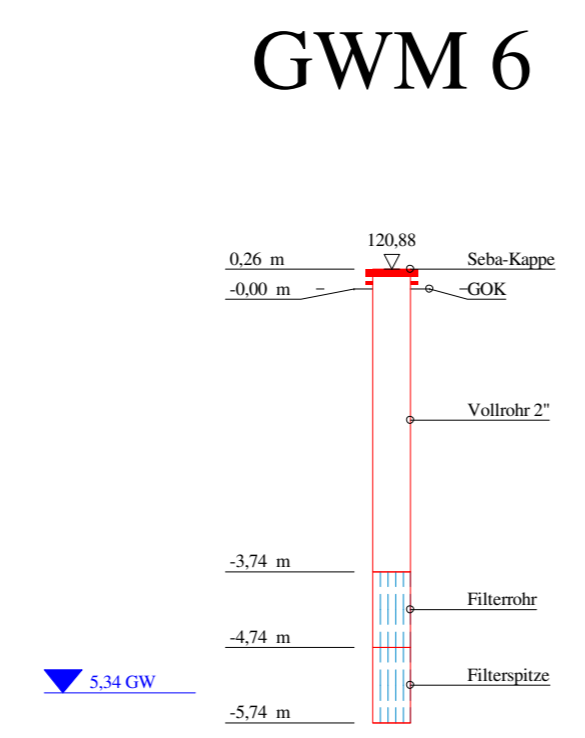
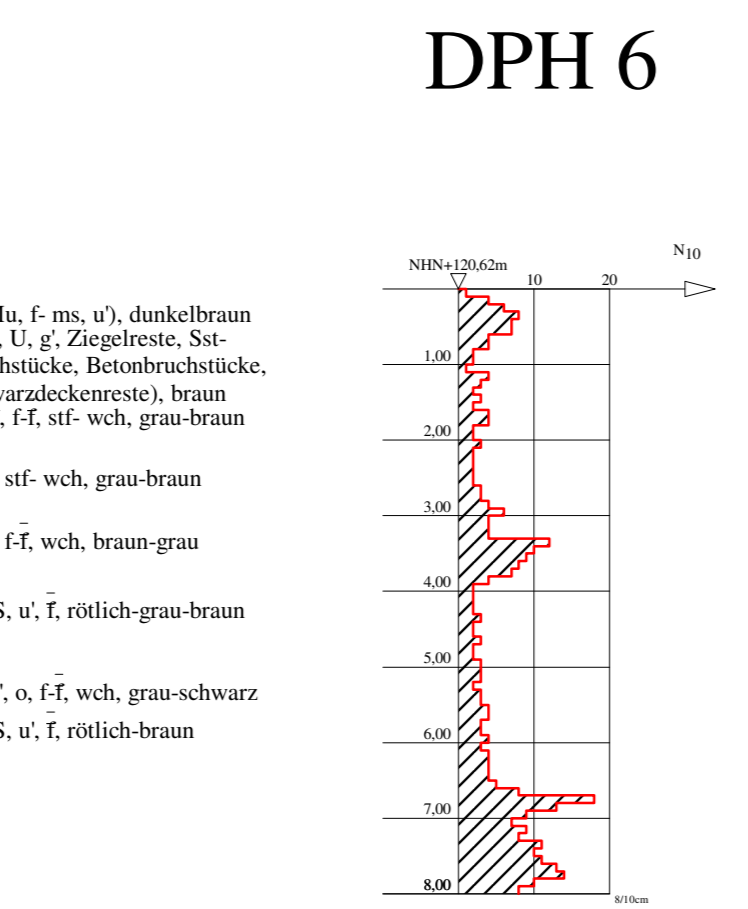
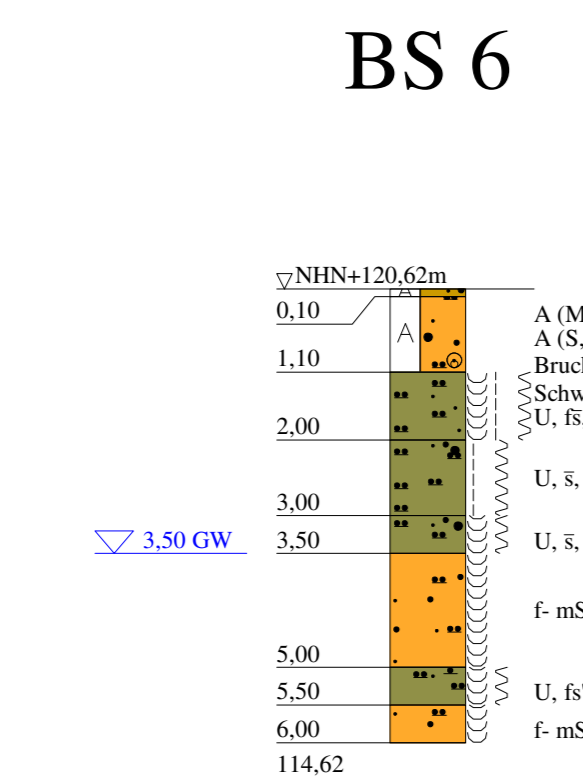
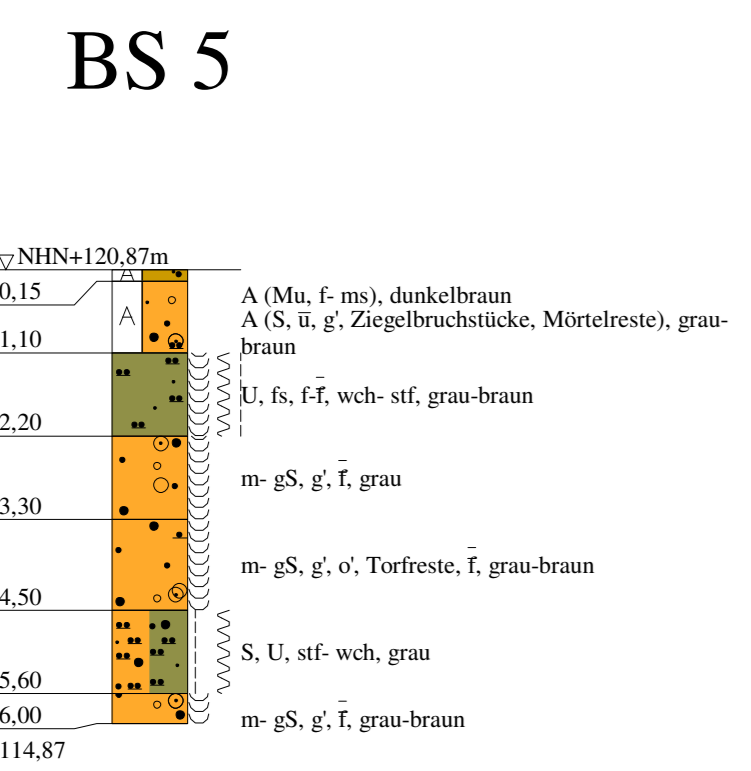
**FEUCHTIGKEIT**  
 f feucht  
 f naß

**RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2 / DIN 4094-3**  

Schlagarten für 10 cm Eindringtiefe	Spitzendurchmesser	Spitzenquerschnitt	Gestängeldurchmesser	Rammblödgewicht	Falhhöhe	leicht	mittelschwer	schwer
	2,92 cm	5,00 cm²	2,20 cm	10,00 kg	50,00 cm	3,96 cm	10,00 cm	15,00 cm
			3,20 cm	30,00 kg	50,00 cm	3,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
			50,00 cm	50,00 kg	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm

**BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2**  

Tiefe (m)	0,30-0,80	1,00-1,50	1,50-2,00	15 Schl./30cm
offene Spitze	5/6/7	5/6/7	5/6/7	5/6/7
geschlossene Spitze	6/7/8	6/7/8	6/7/8	6/7/8



### Bauvorhaben:

Baugebiet Florianstraße/Neuwiesenstraße in Malsch

### Planbezeichnung:

Bohrprofile  
Rammprofile  
GWM-Ausbausketzen

Plan-Nr: **G H J**

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter:	Mai.	Datum:	12.12.16
Gezeichnet:	Fa.		11.01.17
	Be.		24.01.17
Geändert:	Be.		
Gesehen:			
Projekt-Nr:	16-0647		

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

Baugebiet  
Florianstraße/Neuwiesenstraße  
in Malsch

Anlage 3

### **Bodenmechanische Laborversuche**

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

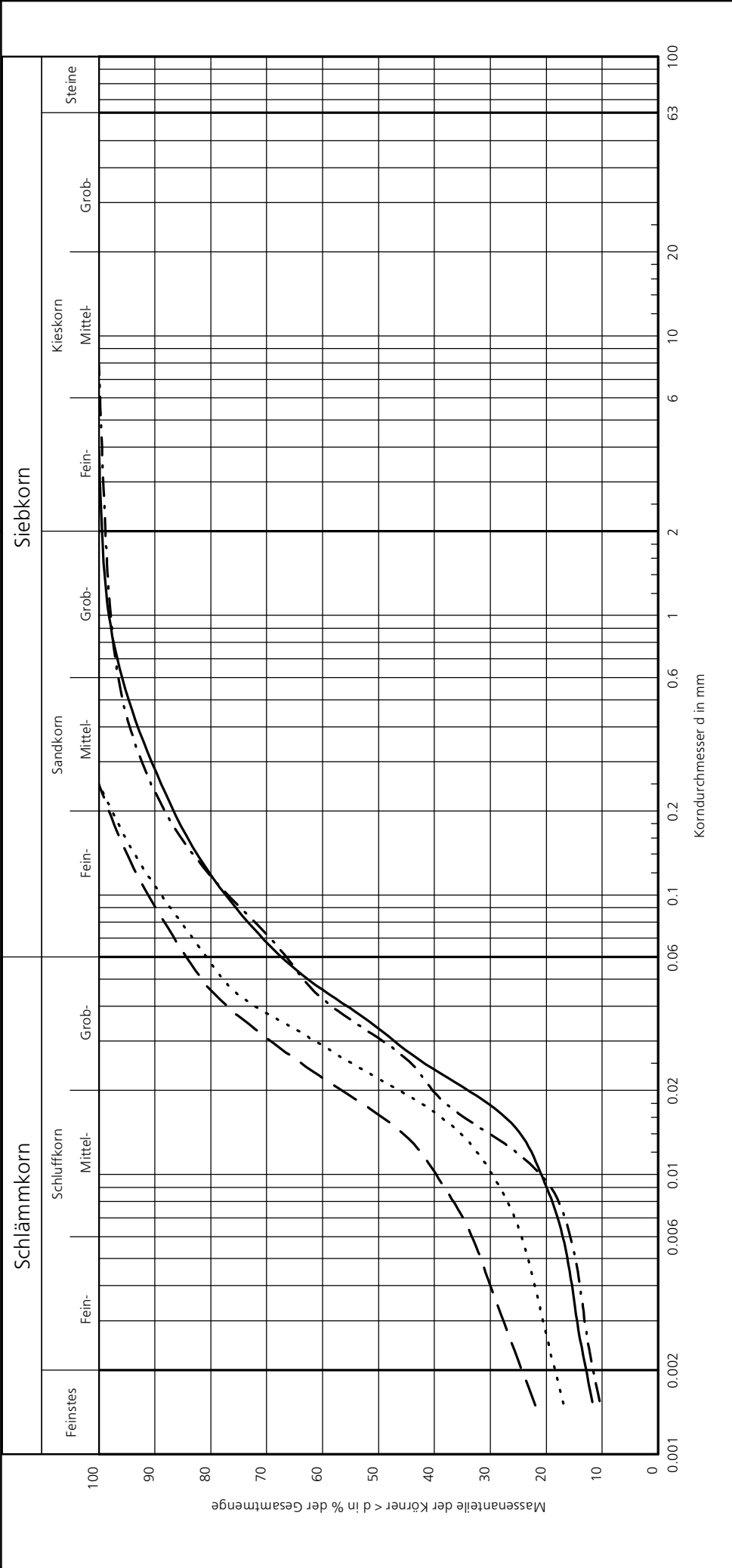


**GHJ**

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

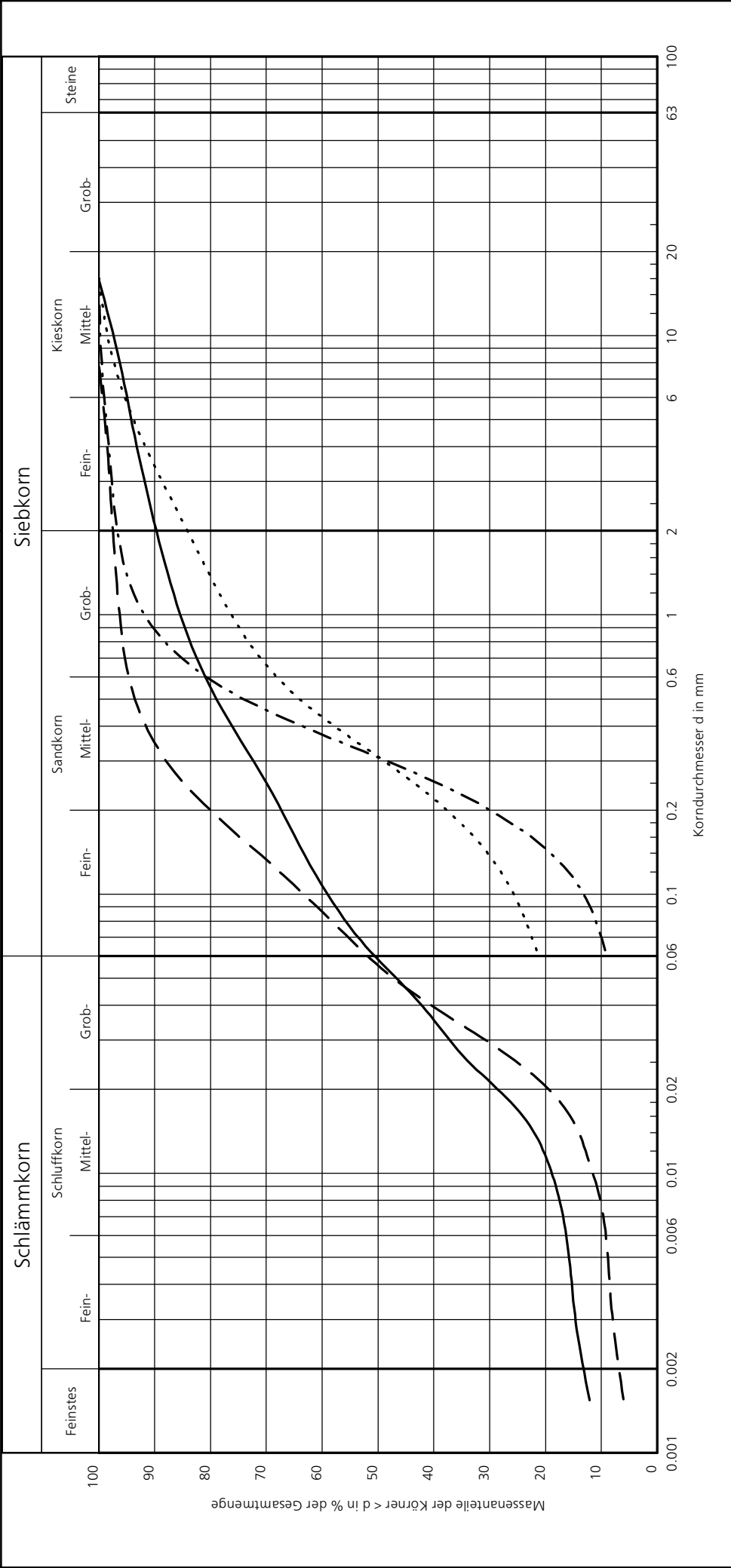
**Körnungskurven nach DIN 18123**

Auftrags-Nr.: 16-0647  
Projekt: Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr. in Malsch



Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20898	BS 1	2,00-2,80	—	U, f <sub>ms</sub> , o'	12,9/55,6/31,0/0,6	0,0458	0,0177	-	-/-	
20899	BS 1	2,80-4,00	.....	U, fs, o'	18,4/63,1/18,5/-	0,0289	0,0103	-	-/-	
20901	BS 1	5,00-5,80	- - - - -	T, fs', o	24,4/60,7/15,0/-	0,0222	0,0040	-	-/-	
20906	BS 2	0,80-2,20	- · - · - · - · -	U, f <sub>ms</sub>	11,6/55,7/31,5/1,2	0,0425	0,0140	-	-/-	


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



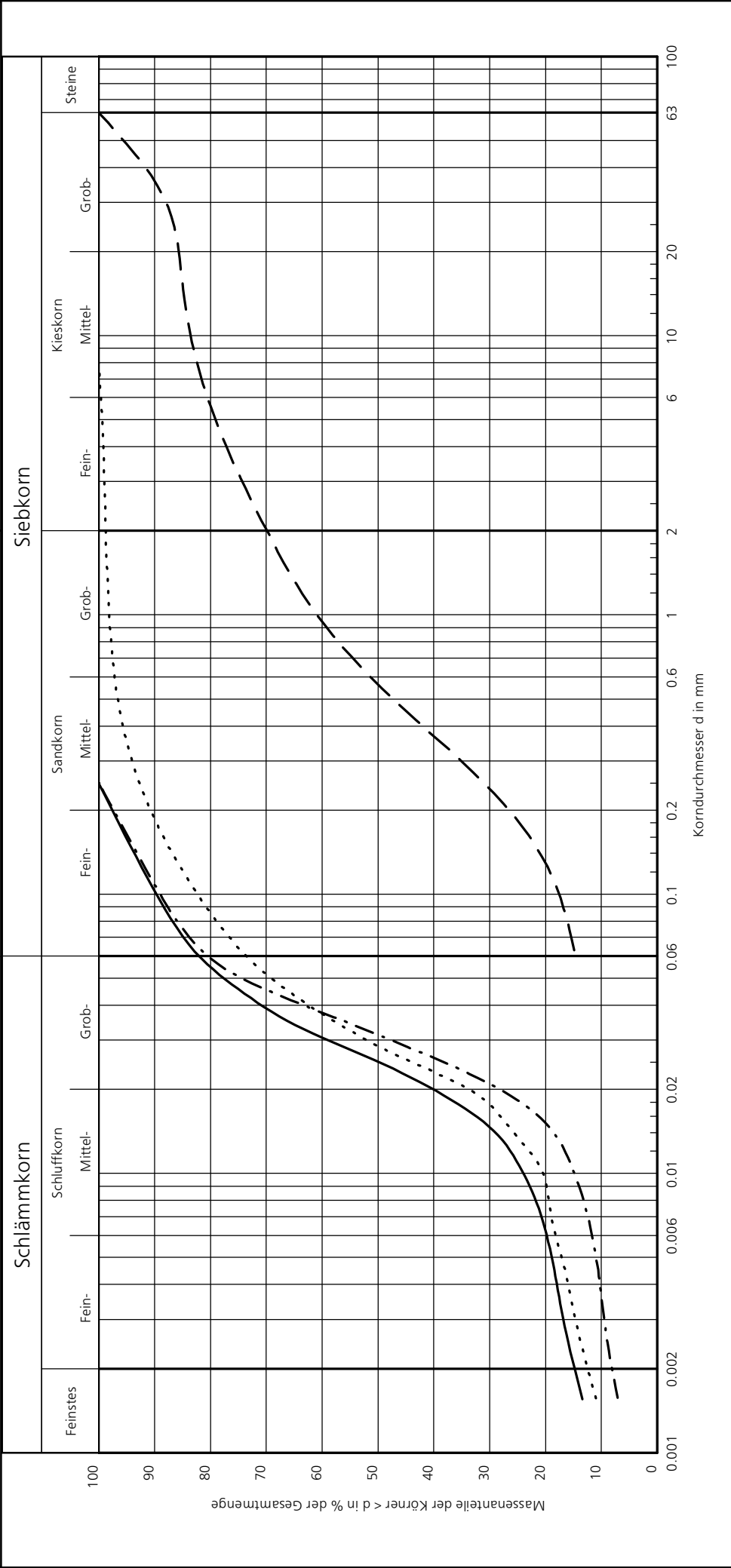
Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20909	BS 2	3,20-4,50	—————	U-S, fmg', o'	13.2/38.4/38.1/10.3	0.1075	0.0213	-	-/-	
20910	BS 2	4,50-6,00	.....	S, u, g	-/21.6/62.5/15.9	0.4310	0.1370	-	-/-	
20914	BS 3	1,60-2,20	— — — — —	U-fmS	6.9/46.1/44.5/2.5	0.0865	0.0293	0.0077	11.3/1.3	
20915	BS 3	2,20-3,50	— · — · — · — · —	S, u', o'	-/9.3/87.3/3.4	0.3735	0.2003	0.0699	5.3/1.5	

Auftrags-Nr.: 16-0647

Projekt: Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr. in Malsch




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



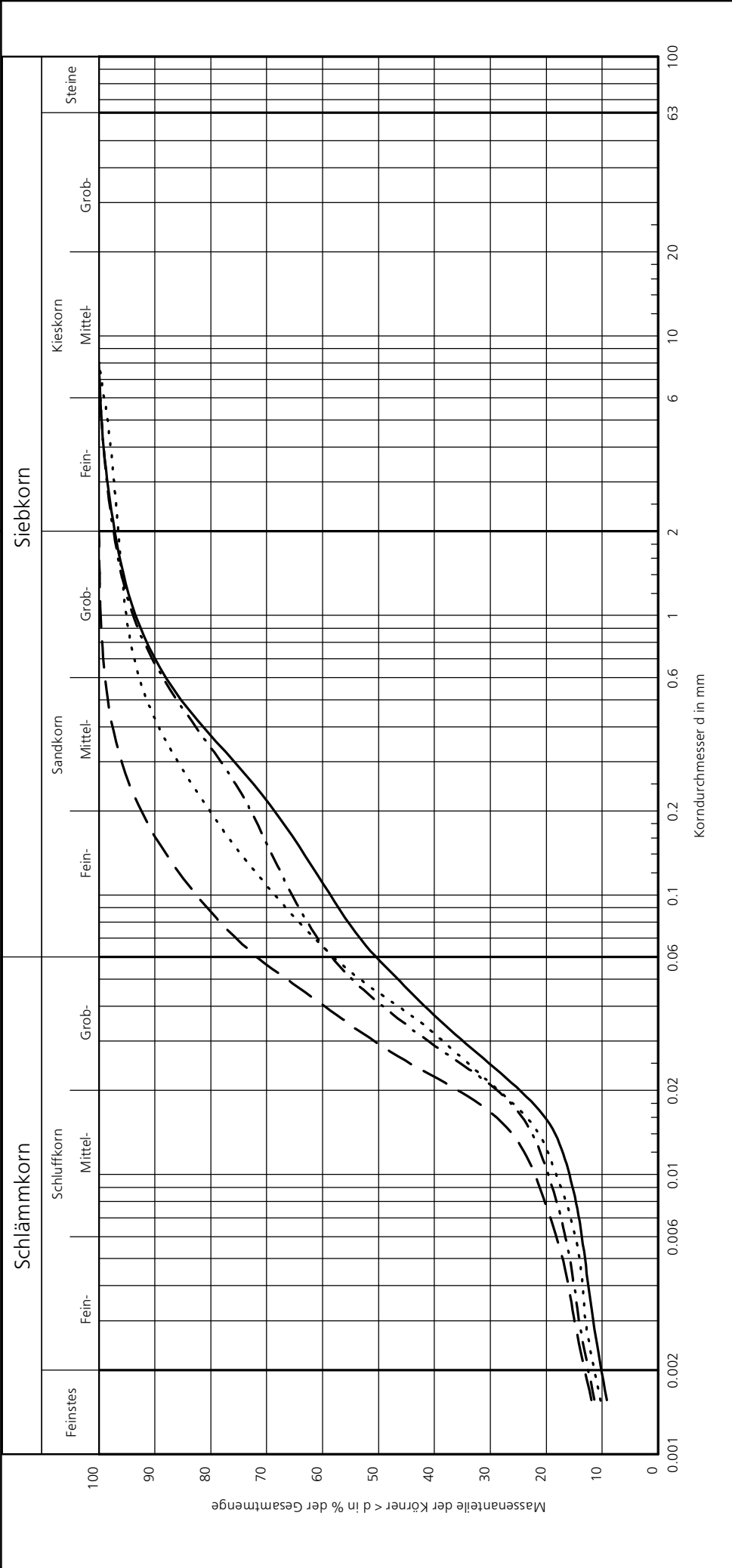
Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20917	BS 3	5,00-5,50	—————	U, fs, o'	14.8/68.2/17.0/ -	0.0306	0.0146	-	-/-	
20922	BS 4	1,20-2,70	.....	U, fms, o'	12.5/62.1/24.2/1.2	0.0373	0.0176	-	-/-	
20225	BS 4	5,50-6,00	— — — — —	S, g, u'	- /14.9/55.0/30.1	0.9451	0.2384	-	-/-	
20928	BS 5	1,10-2,20	— · — · — · — · —	U, fs	8.1/73.6/18.4/ -	0.0376	0.0209	0.0036	10.4/3.2	


  
**GHJ**

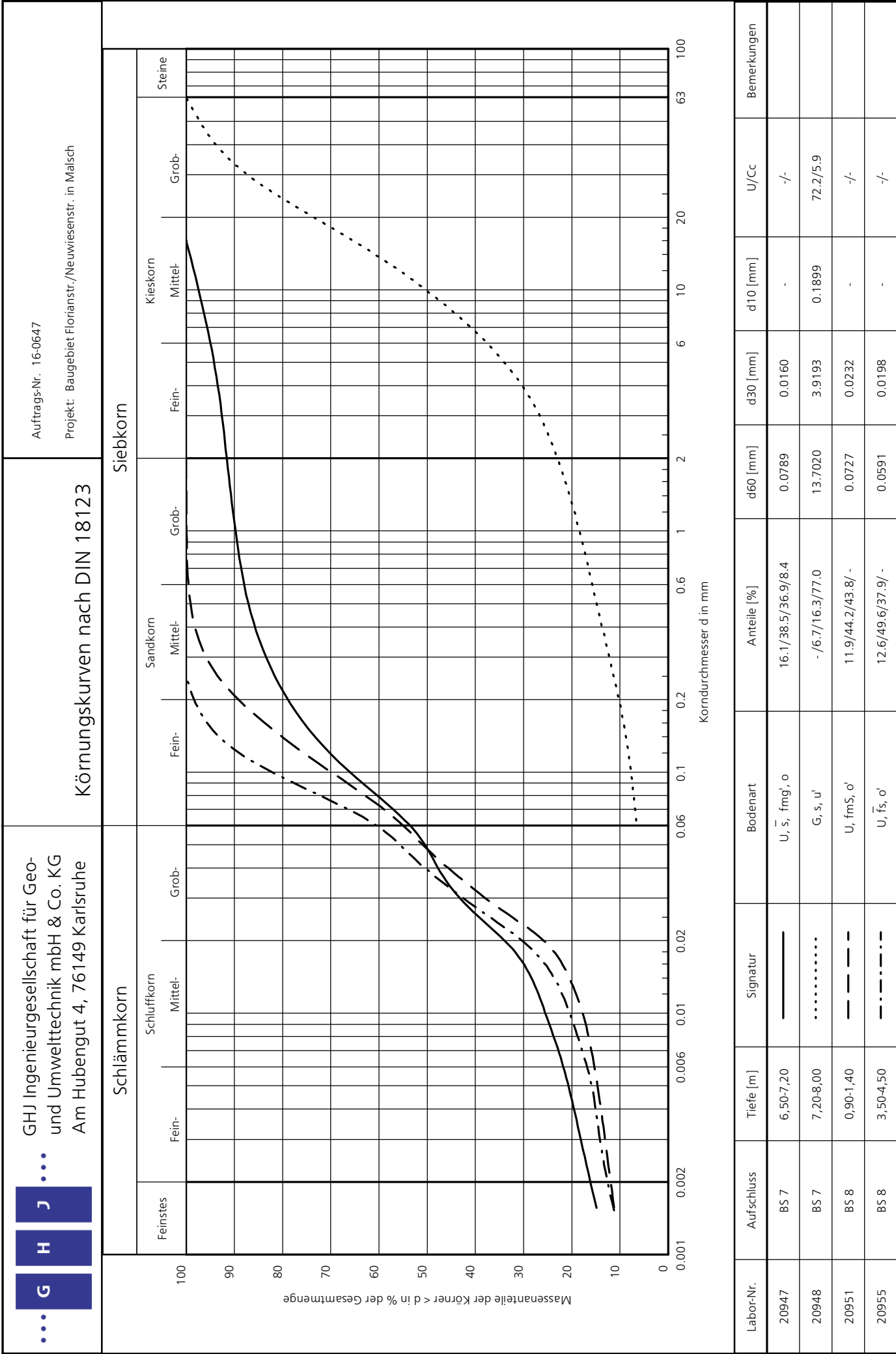
GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG  
 Am Hubengut 4, 76149 Karlsruhe

**Körnungskurven nach DIN 18123**

Auftrags-Nr.: 16-0647  
 Projekt: Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr. in Malsch



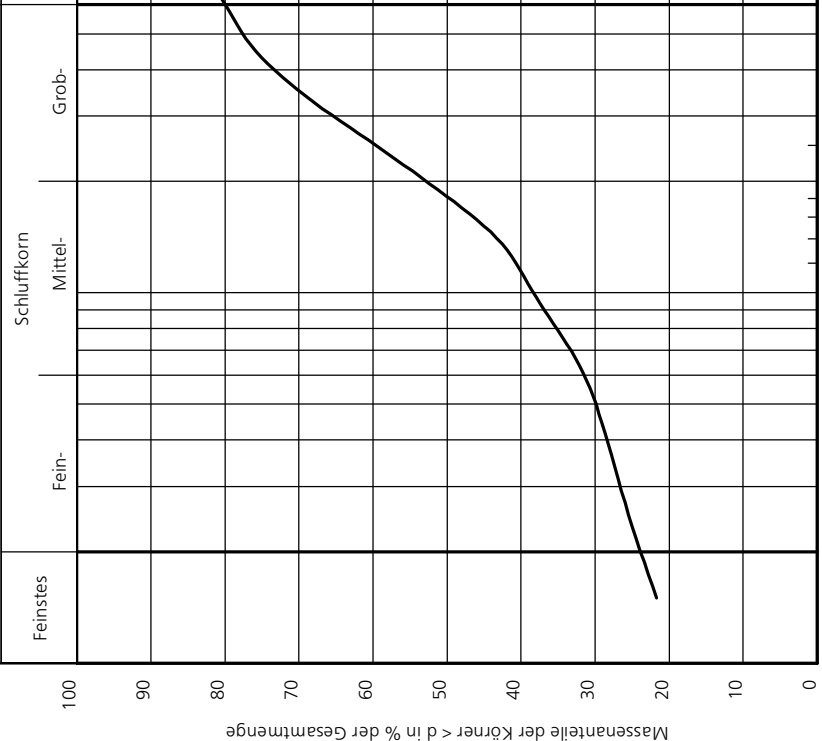
Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20931	BS 5	4,50-5,60	—	S-U	10.1/41.2/45.8/2.9	0.1105	0.0248	0.0019	57.3/2.9	
20936	BS 6	2,00-3,00	.....	U, s	11.4/47.7/37.4/3.5	0.0654	0.0213	-	-/-	
20943	BS 7	2,20-3,20	- - - - -	U, fms	13.1/59.9/27.0/-	0.0405	0.0167	-	-/-	
20945	BS 7	4,30-5,50	- · - · - · - · -	U, s	12.5/46.7/38.2/2.6	0.0662	0.0209	-	-/-	



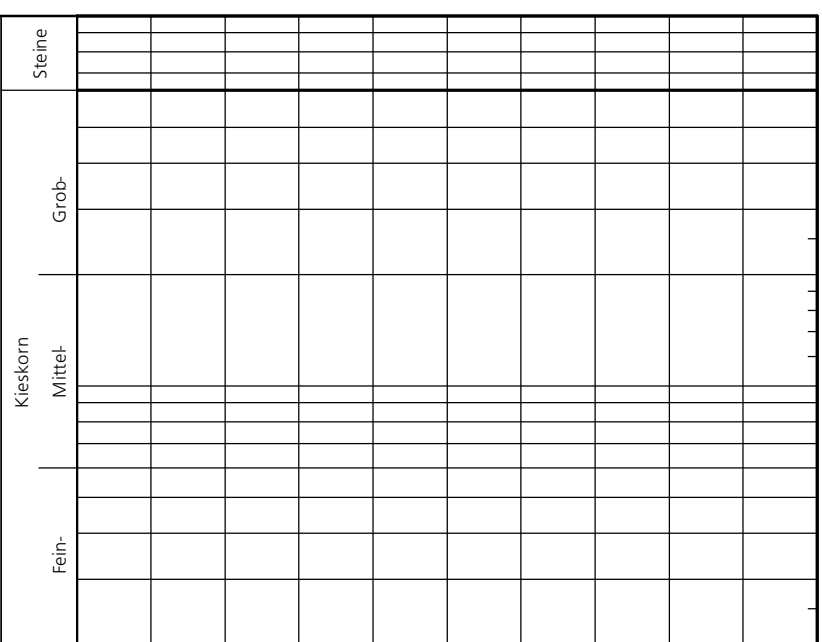
Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20947	BS 7	6,50-7,20	—————	U, s̄, fmg', o	16.1/38.5/36.9/8.4	0.0789	0.0160	-	-/-	
20948	BS 7	7,20-8,00	•••••	G, s, u'	-/6.7/16.3/77.0	13.7020	3.9193	0.1899	72.2/5.9	
20951	BS 8	0,90-1,40	— — — — —	U, fmS, o'	11.9/44.2/43.8/-	0.0727	0.0232	-	-/-	
20955	BS 8	3,50-4,50	— • — • — • —	U, f̄s, o'	12.6/49.6/37.9/-	0.0591	0.0198	-	-/-	

**Körnungskurven nach DIN 18123**

**Schlammkorn**



**Siebkorn**

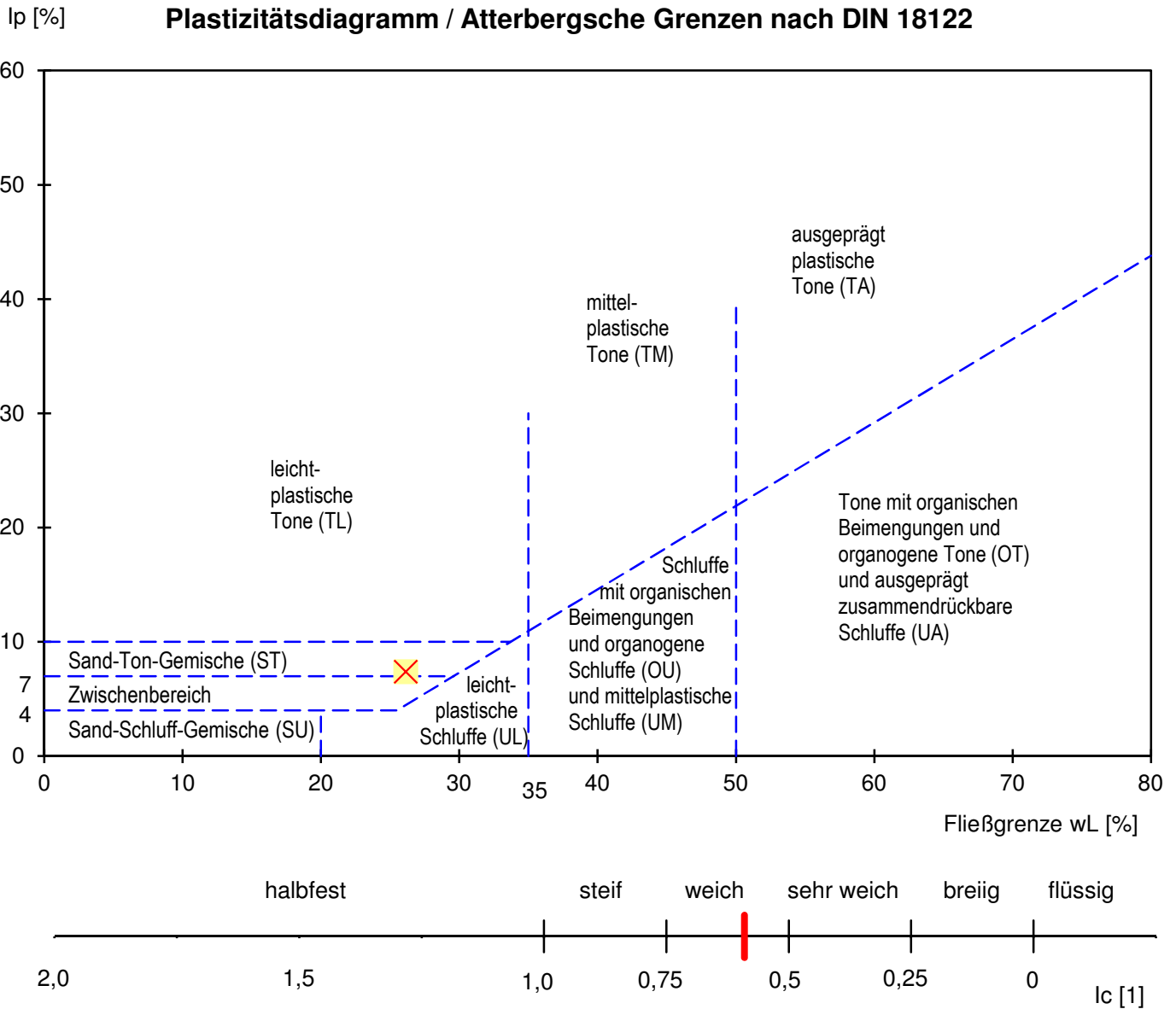


Korndurchmesser d in mm

Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bemerkungen
20956	BS 8	4,50-5,70	—	T, fs, o	23,9/56,7/19,4/ -	0,0253	0,0051	-	-/-	

**Projekt: Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr.**

Auftrag-Nr.:	16-0647	Labornummer:	20898 A
ausgeführt durch:	Ru	Datum:	16.12.2016
Entnahmestelle:	BS 1		
Entnahmetiefe:	2,0 - 2,8 m	Entnahmeart:	GP
entnommen am:	07.-08.12.2016	entnommen durch:	Wei, Ho



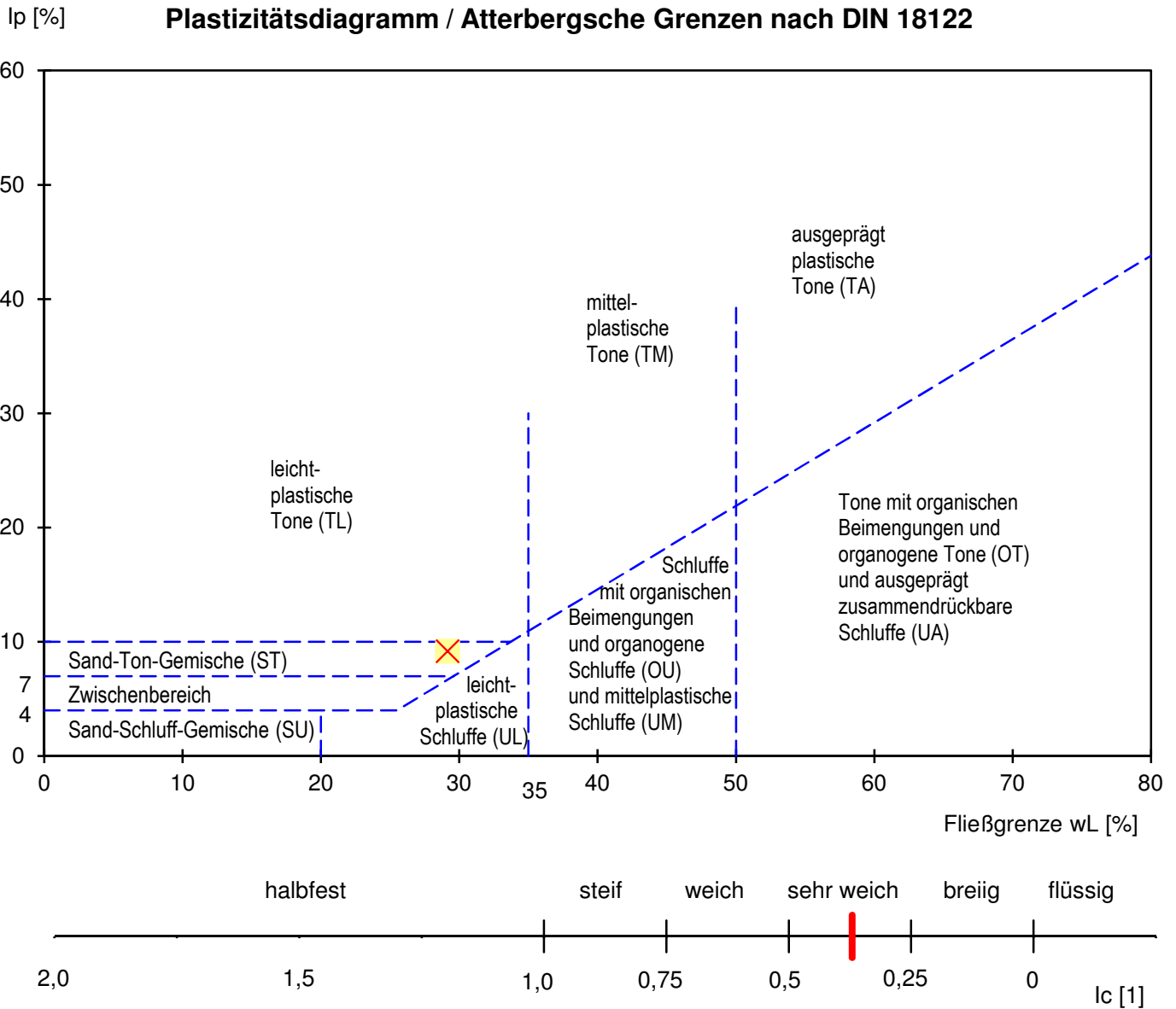
**Die Bodenart ist: Sand-Ton-Gemisch (ST)**

**Die Konsistenz ist: weich**

Wassergehalt	21,06 [%]	Fließgrenze $w_L$	26,13 [%]
Kornanteil > 0,4mm	4,26 [%]	Ausrollgrenze $w_P$	18,75 [%]
Wassergehalt (Anteil >0,4mm)	5,00 [%]	Plastizitätszahl $I_P$	7,38 [%]
Wassergehalt (Anteil <0,4mm)	21,77 [%]	Konsistenzzahl $I_C$	0,59 [1]

**Projekt: Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesenstr.**

Auftrag-Nr.:	16-0647	Labornummer:	20922 A
ausgeführt durch:	Ru	Datum:	16.12.2016
Entnahmestelle:	BS 4		
Entnahmetiefe:	1,2 - 2,7 m	Entnahmeart:	GP
entnommen am:	07.-08.12.2016	entnommen durch:	Wei, Ho



**Die Bodenart ist: Sand-Ton-Gemisch (ST)**

**Die Konsistenz ist: sehr weich**

Wassergehalt	24,02 [%]
Kornanteil > 0,4mm	8,25 [%]
Wassergehalt (Anteil >0,4mm)	5,00 [%]
Wassergehalt (Anteil <0,4mm)	25,73 [%]

Fließgrenze $w_L$	29,16 [%]
Ausrollgrenze $w_p$	19,98 [%]
Plastizitätszahl $I_p$	9,18 [%]
Konsistenzzahl $I_c$	0,37 [1]

**Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen**

(16-0647)														
Bauvorhaben: Baugebiet Florianstraße/Neuwiesenstraße in Malsch														
Labor- nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens $\gamma_{kN/m^3}$	Wasser- gehalt w %	Trocken- wichte $\gamma_{d kN/m^3}$	Poren- anteil n %	Sätti- gungs- zahl $S_r$ %	Fließ- grenze $w_L$ %	Ausroll- grenze $w_p$ %	Plastizi- tätszahl $I_p$ %	Konsi- stenzzahl $I_c$	Glühver- lust $V_{gl}$ %	Kalkge- halt $V_{Ca}$ %
20898	BS 1	2,00-2,80	Schluff, $\overline{fms}, o'$		20,8				26,1	18,6	7,4	0,59	2,2	<1
20899	BS 1	2,80-4,00	Schluff, fs, o'		23,1								2,8	<1
20901	BS 1	5,00-5,80	Ton, fs', o		52,9								7,0	<1
20906	BS 2	0,80-2,20	Schluff, $\overline{fms}$		20,6									
20909	BS 2	3,20-4,50	Schluff-Sand, fmg', o'		19,8								2,7	<1
20910	BS 2	4,50-6,00	Sand, u, g		15,8									
20914	BS 3	1,60-2,20	Schluff-fmSand		19,0									
20915	BS 3	2,20-3,50	Sand, u', o'		26,9									
20917	BS 3	5,00-5,50	Schluff, fs, o'		24,7								2,4	<1
20922	BS 4	1,20-2,70	Schluff, fms, o'		23,3				29,2	20,0	9,2	0,37	2,3	<1
20925	BS 4	5,50-6,00	Sand, g, u'		15,2									
20928	BS 5	1,10-2,20	Schluff, fs		24,2									
20931	BS 5	4,50-5,60	Sand-Schluff		17,6									
20936	BS 6	2,00-3,00	Schluff, $\overline{s}$		18,9									
20943	BS 7	2,20-3,20	Schluff, fms		20,9									

**Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen**

**Bauvorhaben:** Baugebiet Florianstraße/Neuwiesenstraße in Malsch

(16-0647)

Labor- nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens $\gamma_{KN/m^3}$	Wasser- gehalt w %	Trocken- wichte $\gamma_{dKN/m^3}$	Poren- anteil n %	Sätti- gungs- zahl $S_r$ %	Fließ- grenze $w_L$ %	Ausroll- grenze $w_p$ %	Plastizi- tätzzahl $I_p$ %	Konsi- stenzzahl $I_c$	Glühver- lust $V_{gl}$ %	Kalkge- halt $V_{Ca}$ %
20945	BS 7	4,30-5,50	Schluff, $\bar{s}$		18,8									
20947	BS 7	6,50-7,20	Schluff, $\bar{s}$ , fmg', o		42,1								6,9	<1
20948	BS 7	7,20-8,00	Kies, s, u'		12,0									
20951	BS 8	0,90-1,40	Schluff-fmSand, o'		20,0									
20955	BS 8	3,50-4,50	Schluff, $\bar{f}s$ , o'		29,4								3,5	<1
20956	BS 8	4,50-5,70	Ton, fs, o		42,5								6,5	<1



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

Baugebiet  
Florianstraße/Neuwiesenstraße  
in Malsch

Anlage 4

### **Chemische Laboruntersuchungen**

- Anlage 4.1 Zusammenstellung der Analyseergebnisse
- Anlage 4.2 Probenahmeprotokolle
- Anlage 4.3 Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell

Bauvorhaben: Malsch, Baugebiet Florianstraße / Neuwiesenstraße  
 hier: Zusammenstellung der Analyseergebnisse  
 Auftrag-Nr.: 16-0647



Probe		Einheit	MP1	MP2	MP3	Z0 nach VwV Boden		
Bodenart nach VwV Boden			Lehm/Schluff	Lehm/Schluff	Lehm/Schluff	Sand	Lehm/Schluff	Ton
<i>Feststoff:</i>								
Arsen + Schwermetalle	Arsen	mg/kg	8	7	11	10	15	20
	Blei	mg/kg	35	32	18	40	70	100
	Cadmium	mg/kg	0,3	0,2	0,2	0,4	1,0	1,5
	Chrom (ges.)	mg/kg	31	23	33	30	60	100
	Kupfer	mg/kg	21	14	12	20	40	60
	Nickel	mg/kg	19	18	25	15	50	70
	Quecksilber	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,5	1,0
	Thallium	mg/kg	0,2	< 0,2	0,3	0,4	0,7	1,0
	Zink	mg/kg	94	110	48	60	150	200
Cyanide, gesamt		mg/kg	0,3	< 0,1	0,2	(Z1.1 = 3)		
EOX		mg/kg	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1		
KW	C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	93	240	< 10	(Z0* = 400)		
	C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub>	mg/kg	< 10	99	< 10	100		
BTEX		mg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	1		
LHKW		mg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	1		
PCB <sub>6</sub>		mg/kg	0,049	n. n.	n. n.	0,05		
PAK	PAK <sub>16</sub>	mg/kg	2,98	<b>3,37</b>	n. n.	3		
	Benzo(a)pyren	mg/kg	0,24	0,22	< 0,05	0,3		
<i>Eluat:</i>								
pH-Wert			8,3	8,2	8,1	6,5 - 9,5		
elektr. Leitfähigkeit		µS/cm	166	91	50	250		
Chlorid		mg/l	0,7	< 0,5	< 0,5	30		
Sulfat		mg/l	2	1	5	50		
Cyanide, gesamt		µg/l	<b>14</b>	< 5	< 5	5		
Phenolindex		µg/l	< 10	< 10	< 10	20		
Arsen + Schwermetalle	Arsen	µg/l	5	< 5	< 5	(Z0*III A = 14)		
	Blei	µg/l	< 5	< 5	< 5	(Z0*III A = 40)		
	Cadmium	µg/l	< 1	< 1	< 1	(Z0*III A = 1,5)		
	Chrom (ges.)	µg/l	< 5	< 5	< 5	(Z0*III A = 12,5)		
	Kupfer	µg/l	< 5	< 5	< 5	(Z0*III A = 20)		
	Nickel	µg/l	< 5	< 5	< 5	(Z0*III A = 15)		
	Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	(Z0*III A = 0,5)		
	Zink	µg/l	< 10	< 10	20	(Z0*III A = 150)		
<b>Einstufung nach VwV Boden</b>			<b>Z2</b>	<b>Z1.2</b>	<b>Z0</b>			

n. n.: nicht nachweisbar




SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

GHJ Ingenieurgesellschaft für  
Geo- u. Umwelttechnik mbH & Co. KG  
Frau Rettig  
Am Hubengut 4  
76149 Karlsruhe

16-0647  
EINGEGANGEN

- 9. Jan. 2017

**Prüfbericht 3210012**  
**Auftrags Nr. 3993408**  
**Kunden Nr. 10032817**

Herr Peter Breig  
Telefon +49 7732/94162-30  
Fax +49 89/125040640-90  
peter.breig@sgs.com



Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Güttinger Straße 37  
D-78315 Radolfzell

Radolfzell, den 28.12.2016

Ihr Auftrag/Projekt: Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesens  
Ihr Bestellzeichen: 16-0647  
Ihr Bestelldatum: 14.12.2016

Prüfzeitraum von 15.12.2016 bis 19.12.2016  
erste laufende Probenummer 161337683  
Probeneingang am 15.12.2016

Dieser Prüfbericht ersetzt den Prüfbericht 3200050.

Sehr geehrte Frau Rettig,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übersandten Probe(n).

Die Probenvorbereitung erfolgte nach DIN 19747.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS

  
i.V. Peter Breig  
Projektleiter

  
i.A. Björn Menberg  
Projektleiter

Seite 1 von 4

Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesens  
16-0647

 Prüfbericht Nr. 3210012  
Auftrag Nr. 3993408

 Seite 2 von 4  
28.12.2016

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		161337683	161337684	161337685			
Bezeichnung		MP1	MP2	MP3			
Eingangsdatum:		15.12.2016	15.12.2016	15.12.2016			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
<b>Feststoffuntersuchungen :</b>							
Trockensubstanz	Masse-%	77,0	85,5	80,7	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	0,3	< 0,1	0,2	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
<b>Metalle im Feststoff :</b>							
Königswasseraufschluß						DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	8	7	11	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	35	32	18	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,2	0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	31	23	33	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	21	14	12	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	19	18	25	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 12846 <sup>(1)</sup>	HE
Thallium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	0,3	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	94	110	48	1	DIN EN ISO 11885	HE
(1) Einsatz des Verfahrens ohne Verwendung des für Wasserproben eingesetzten Konservierungsmittels Bromat.							
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	93	240	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	99	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
<b>LHKW Headspace :</b>							
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-	-	-			HE


 Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesens  
16-0647

 Prüfbericht Nr. 3210012  
Auftrag Nr. 3993408

 Seite 3 von 4  
28.12.2016

Probennummer	161337683	161337684	161337685				
Bezeichnung	MP1	MP2	MP3				
<b>BTEX Headspace :</b>							
Benzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN 38407-9	HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN 38407-9	HE
Summe BTEX n. BBodSchV	mg/kg TR	-	-	-			
<b>PAK (EPA) :</b>							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,12	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,10	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,29	0,50	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	0,07	0,15	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,59	0,62	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,48	0,52	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,30	0,31	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,31	0,25	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,35	0,29	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	0,14	0,12	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,24	0,22	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	0,11	0,09	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,10	0,08	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	2,98	3,37	-		DIN ISO 18287	HE
<b>PCB :</b>							
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 101	mg/kg TR	0,008	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 138	mg/kg TR	0,011	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 153	mg/kg TR	0,020	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
PCB 180	mg/kg TR	0,010	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN EN 15308	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	0,049	-	-		DIN EN 15308	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	0,049	-	-			HE



Malsch, Baugebiet Florianstr./Neuwiesens  
16-0647

Prüfbericht Nr. 3210012

Seite 4 von 4

Auftrag Nr. 3993408

28.12.2016

Probennummer	161337683	161337684	161337685
Bezeichnung	MP1	MP2	MP3

#### Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz					DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert	8,3	8,2	8,1		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm	166	91	50	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid mg/l	0,7	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat mg/l	2	1	5	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges. mg/l	0,014	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf. mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

#### Metalle im Eluat :

Arsen mg/l	0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846	HE
Zink mg/l	< 0,01	< 0,01	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

# Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe



**Auftraggeber:** Gemeinde Malsch, Bauamt, Hauptstraße 71  
**Projekt:** Baugebiet Floriansdr./Neuwiesenstr. in Malsch  
**Proj.-Nr.:** 16-0647

**Probenahmestelle:** Baufeld  
**Lage nach TK 1 : 25.000:** Rechtswert: \_\_\_\_\_ Hochwert: \_\_\_\_\_  
**Datum / Uhrzeit:** gebohrt: 7+8.12.16 ganztägig, gemischt: 14.12.16, 10-12h  
**Probenehmer:** gebohrt: Hr. Weidemann, MP erstellt: Fr. Rettig  
**sonst. anwesende Personen:** bei Bohrungen: Hr. Hörvath  
**Witterung:** trocken, sonnig **Temperatur:** 0°C  
**Zweck der Probenahme:**  abfallrechtliche Deklaration  Überprüfung eines Schadstoffverdachts

**Art des Reststoffs/Abfalls:**  Boden  Bauschutt  Boden-Bauschutt-Gemisch  
  
**Herkunft des Abfalls:** Baufeld  
**Art der Lagerung:**  Haufwerk  Container  in Sicker  
**Lagerungsbedingungen:**  offen  abgeplant   
**Volumen / Masse des Abfalls:** nicht bestimmt **Lagerungsdauer:** unbekannt  
**Evtl. Abfallbeeinflussung:** Witterung

**Probenbezeichnung:** MP 1 oberste durchschichtete Bodenschicht  
**Entnahmegesetz:**  Rammkernsonde  Bohrstock  Schaufel/Spaten  Bagger   
**Art der Probe:**  Einzelprobe  Mischprobe aus 7 Einzelproben / Einstichen  
  
**Entnahmetiefe:** 0-0,3m **Farbe:** dunkelbraun  
**Material / Korngröße:** Mu, fm, s, u' Grasrinne, Wurzel  
**Fremdstoffe / Beimengungen:** holz, vermischt Ziegelsteine  
**Fremdstoffanteil:** 45%  
**Konsistenz:**  fest  stichfest  breiig/flüssig  staubförmig   
**Geruch:** neutral **sonstiges:** —  
**Probenbehälter:**  Braunglas  Kunststoffeimer  Headspace   
**Probenmenge:** ~ 3 l **Konservierung:** kühl, dunkel  
**Sonderproben:** —

**Bemerkungen / Begleitinformationen:** Mischproben im Labor erstellt aus Einzelproben aus den 7 Bohrvorbohrungen  
**Fortsetzung / Lageplanskizze:**  siehe Seite 2

KA, 14.12.2016  
 Ort, Datum

IA. W. Rettig  
 Unterschrift Probenehmer

# Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe



Auftraggeber: Gemeinde Malsch, Bauamt, Hauptstraße 71  
 Projekt: Baugebiet Floriansstr./Neuwiesenstr. in Malsch  
 Proj.-Nr.: 16-0647

Probenahmestelle: Baufeld  
 Lage nach TK 1 : 25.000: Rechtswert: \_\_\_\_\_ Hochwert: \_\_\_\_\_  
 Datum / Uhrzeit: gebohrt: 7+8.12.16 ganztägig, gemischt: 14.12.16, 10-12h  
 Probenehmer: gebohrt: Hr. Weidemann, erstellt: Fr. Rettig  
 sonst. anwesende Personen: bei Bohrungen: Hr. Horvath  
 Witterung: trocken, sonnig Temperatur: 0°C  
 Zweck der Probenahme:  abfallrechtliche Deklaration  Überprüfung eines Schadstoffverdachts

Art des Reststoffs/Abfalls:  Boden  Bauschutt  Boden-Bauschutt-Gemisch  
  
 Herkunft des Abfalls: Baufeld  
 Art der Lagerung:  Haufwerk  Container  in Sack  
 Lagerungsbedingungen:  offen  abgeplant   
 Volumen / Masse des Abfalls: nicht bestimmt Lagerungsdauer: unbekannt  
 Evtl. Abfallbeeinflussung: Witterung

Probenbezeichnung: MP 2 Auffüllung  
 Entnahmegesetz:  Rammkernsonde  Bohrstock  Schaufel/Spaten  Bagger   
 Art der Probe:  Einzelprobe  Mischprobe aus 6 Einzelproben / Einstichen  
  
 Entnahmetiefe: 0-1 m Farbe: braun  
 Material / Korngröße: zypfelig  
 Fremdstoffe / Beimengungen: Ziegel- und Sandsteinreste  
 Fremdstoffanteil: < 5%  
 Konsistenz:  fest  stichfest  breiig/flüssig  staubförmig   
 Geruch: neutral sonstiges: ---  
 Probenbehälter:  Braunglas  Kunststoffeimer  Headspace   
 Probenmenge: ~ 3 l Konservierung: kühl, dunkel  
 Sonderproben: ---

Bemerkungen / Begleitinformationen: Mischproben im Labor erstellt aus Einzelproben aus den Kleinraumbohrungen  
 Fortsetzung / Lageplanskizze:  siehe Seite 2

KA, 14.12.2016  
 Ort, Datum

IA. R. Rettig  
 Unterschrift Probenehmer



# Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe



**Auftraggeber:** Gemeinde Malsch, Bauamt, Hauptstraße 71  
**Projekt:** Baugebiet Floriansstr./Neuwiesensch. in Malsch  
**Proj.-Nr.:** 16-0647

**Probenahmestelle:** Baufeld  
**Lage nach TK 1 : 25.000:** Rechtswert: \_\_\_\_\_ Hochwert: \_\_\_\_\_  
**Datum / Uhrzeit:** gebohrt: 7-8.12.16 ganztägig, gemischt: 14.12.16, 10-12h  
**Probenehmer:** gebohrt: Hr. Weidemann, MP erstellt: Fr. Rettig  
**sonst. anwesende Personen:** bei Bohrungen: Hr. Hörwath  
**Witterung:** trocken sonnig **Temperatur:** 0°C  
**Zweck der Probenahme:**  abfallrechtliche Deklaration  Überprüfung eines Schadstoffverdachts

**Art des Reststoffs/Abfalls:**  Boden  Bauschutt  Boden-Bauschutt-Gemisch  
  
**Herkunft des Abfalls:** Baufeld  
**Art der Lagerung:**  Haufwerk  Container  in situ  
**Lagerungsbedingungen:**  offen  abgeplant   
**Volumen / Masse des Abfalls:** nicht bestimmt **Lagerungsdauer:** unbekannt  
**Evtl. Abfallbeeinflussung:** Witterung

**Probenbezeichnung:** MP3 gewaschenes Boden  
**Entnahmegesetz:**  Rammkernsonde  Bohrstock  Schaufel/Spaten  Bagger   
**Art der Probe:**  Einzelprobe  Mischprobe aus 11  Einzelproben / Einstichen  
  
**Entnahmetiefe:** 0,1-3,2 m **Farbe:** hellbraun - braun  
**Material / Korngröße:** U<sub>1</sub>fs  
**Fremdstoffe / Beimengungen:** ---  
**Fremdstoffanteil:** ---  
**Konsistenz:**  fest  stichfest  breig/flüssig  staubförmig   
**Geruch:** neutral **sonstiges:** ---  
**Probenbehälter:**  Braunglas  Kunststoffeimer  Headspace   
**Probenmenge:** ~ 3l **Konservierung:** kühl, dunkel  
**Sonderproben:** ---

**Bemerkungen / Begleitinformationen:** Mischproben im Labor erstellt aus Einzelproben aus den 11 Rammbohrungen  
**Fortsetzung / Lageplanskizze:**  siehe Seite 2

KA, 14.12.2016  
 Ort, Datum

IA. R. Pöhl  
 Unterschrift Probenehmer