

**GHJ Geo- und Umwelttechnik** · Am Hubengut 4 · 76149 Karlsruhe

Herr A. Kaqinari  
weisenburger bau  
Ludwig-Erhard-Allee 21  
D-76131 Karlsruhe

per mail: A.Kaqinari@weisenburger.de

**Datum:** 07.03.2023 Wow, ms  
**Baumaßnahme:** Neubau 8 DHH in  
76872 Minfeld (SüW), Saarstraße 6  
**hier:** Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes des  
Bodens aus DI-Versuchen und Ermittlung der  
Kornverteilungen an zwei Bodenproben  
**Auftrag-Nr.:** 21-0226

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

**Geotechnik**  
**Umweltgeotechnik**  
**Altlasten**  
**Abbruch / Rückbau**  
**Flächenrecycling**  
**Gebäudeschadstoffe**  
**Innenraumuntersuchungen**  
**Geothermie**  
**Hydrologie und Hydrogeologie**

76149 Karlsruhe  
Am Hubengut 4  
Telefon 0721 - 9 78 35 - 0  
Telefax 0721 - 9 78 35 - 99  
office@ghj.de www.ghj.de

01187 Dresden  
Bayreuther Straße 29  
Telefon 0351 - 47 96 50 - 96  
Telefax 0351 - 47 96 50 - 97

77955 Ettenheim  
Mühlenweg 4  
Telefon 07822 - 78 91 08 - 7  
Telefax 07822 - 78 91 08 - 8

Kommanditgesellschaft:  
GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG  
Sitz Karlsruhe  
Registergericht Mannheim, HRA 105097  
USt-ID-Nr. DE238143372

persönlich haftende Gesellschafterin:  
GHJ Verwaltungs GmbH  
Sitz Karlsruhe  
Registergericht Mannheim, HRB 110699

geschäftsführende Gesellschafter:  
Andreas Lindenthal Dipl.-Ing.  
Klaus Maisch Dr.-Ing.  
Klemens Wehrle Dipl.-Ing.

Kooperationspartner:  
Heinz Georg Geyer Dipl.-Ing.  
von der IHK Karlsruhe ö. b. u. v. SV  
für Erd- und Grundbau  
Sachverständiger nach Bauordnungsrecht 1999

BW-Bank Stuttgart  
IBAN: DE39 6005 0101 7495 5050 89  
SWIFT-Code / BIC: SOLADEST600

Sparkasse Karlsruhe  
IBAN: DE09 6605 0101 0022 2223 19  
SWIFT-Code / BIC: KARSDE66XXX

## 1. Vorgang

Die weisenburger bau GmbH, Karlsruhe, plant den Neubau von 8 Häusern in der Saarstraße 6 in 76872 Minfeld (Pfalz). Gemäß WHG ist geplant, die anfallenden Niederschlagswässer auf dem Grundstück zu versickern.

In unserer am 05.10.2021 vorgelegten geotechnischen und umwelttechnischen Stellungnahme wurden über Kleinrammbohrungen Schluffe (Lösslehme) bis in Tiefen zwischen 0,8 m und 1,9 m festgestellt. Unterhalb der Lehme folgen Lössse in unterschiedlichen Kornzusammensetzungen. Ab einer Tiefe von ungefähr 4 m unter aktuellem Gelände stehen meist sandige Tone mit teils kiesiger Beimengung an.

Zur Beurteilung der vertikalen Durchlässigkeit wurden am 20.02.2023 mittels Baggerschürfen an zwei Stellen die anstehenden Bodenschichten (Lössse) in einer Tiefe von etwa 1,35 m unter Gelände beprobt. Die Tiefe entspricht etwa dem geplanten Versickerungsniveau von 141,7 mNHN und die Lage jeweils dem Bereich einer geplanten Versickerungsanlage (nach [2.1] & [2.2]).

Die Sohlen der Schürfe wurden nach deren Herstellung händisch nachbearbeitet. An der Versuchsstelle 1 (SCH1/DI-V1) wurde anschließend ein Doppelring-Infiltrometer-Versuch (kurz: DI-Versuch) und eine Probenahme an der Sohle durchgeführt, an der zweiten Versuchsstelle lediglich eine Probenahme an der Sohle.

Eine Übersicht über die Untersuchungs- und Entnahmebereiche geben die **Anlage 1** (Lageplan) und **Anlage 2** (Fotografische Dokumentation).

## 2. Unterlagen

- [2.1] Draufsichtplan zum Grundriss Erdgeschoss, Stand 31.01.2023: übergeben durch weisenburger bau, per mail.
- [2.2] Höhenangabe der Versickerungsebene durch Herrn A. Kaqinari, telefonisch.
- [2.3] Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, April 2005.

## 3. Umfang der Arbeiten

Folgende Arbeiten wurden durchgeführt

- 2 Baggerschürfe (SCH1, SCH2) inkl. Wiederverfüllen
- 1 Doppelring-Infiltrometerversuch (DI-V1) in Baggerschurf SCH1
- händische Bodenprobenahme an zwei Stellen an der Sohle (SCH1, SCH2)
- Auswertung des DI-Versuchs zur Ermittlung der Sickerrate
- Ermittlung der Kornverteilungen der beiden Bodenproben (SCH1, SCH2)

## 4. Bodenprofil

Die durch die Baggerschürfe aufgeschlossenen Bodenprofile zeigen unterhalb einer durchwurzelter, bis ca. 15 cm starken und organisch durchsetzten Oberbodenschicht (Lehme) bis in eine Tiefe von maximal 0,85 m unter Gelände schwach tonige, schwach sandige plastische Schluffe (Löss-Lehme) von mittelbrauner Farbe. Konkrete Hinweise auf Auffüllungen fanden sich an Versuchsstelle SCH1 in Form von Ziegelstückchen und

Keramikresten. Die Auffüllungen stammen vermutlich von der früheren Bebauung beziehungsweise Bewirtschaftung des Grundstücks.

Unterhalb dieser teils anthropogen beeinflussten Schicht stehen Löss-Böden an, die bis zur Schurf-Sohle (ca. 1,35 m unter Gelände) reichen und verschieden hohe Beimengungen von Fein-Mittelsanden aufweisen. Nach Auswertung der Kornverteilung steht im Schurf SCH1 ein schwach toniger, schwach sandiger Schluff von hell- bis mittelbrauner Farbe an und im Schurf SCH2 ein schwach toniges Schluff-Sand-Gemisch von hell- bis rotbrauner Farbe. Die Handproben erwiesen sich erwartungsgemäß als nur wenig plastisch, und die hergerichtete Sohle zeigte deutliche Makro-Poren von Pflanzenwurzeln beziehungsweise Wurmgingen. Die beiden Schurfprofile sind in **Anlage 3** zeichnerisch wiedergeben.

Aus früheren Aufschlussbohrungen auf diesem Grundstück geht hervor, dass die Schluffe (Löss) bis etwa 4 Meter unter aktuelles Gelände reichen. Nur einmal werden sie dabei von einem schmalen Band aus schluffigen Sanden unterbrochen. Unterhalb der Schluffe folgen sandige Tone, teils in Wechsellagerung mit sandigen Schluffen, von steifer bis halbfester Konsistenz.

Aus dieser Feststellung ergibt sich, dass für eine Niederschlagsversickerung ein potentieller Sickerraum von rund 2,7 m aus teils feinsandigen Lössen zur Verfügung steht.

## 5. Doppelring-Infiltrometer-Versuch

Der DI-Versuch an Versuchsstelle 1 (SCH1/DI-V1) wurde nach dem instationären Verfahren nach DIN 19682-7 durchgeführt. Insgesamt wurden dabei sechs vollständige Versuchsdurchgänge aufgezeichnet. An der zweiten Versuchsstelle (SCH2) wurde kein DI-Versuch durchgeführt.

Das Absinken des Wasserstandes wird durch das Versickern von Wasser über die Sohle bewirkt. Die Durchlässigkeit des Bodens berechnet sich aus der Änderung des Wasserstandes über die verstrichene Zeit.

Die Ergebnisse der Versuchsauswertungen sind der **Anlage 4** zu entnehmen. Es wurden folgende Durchlässigkeitsbeiwerte bestimmt:

Versuchsstelle 1 (SCH1/DI-V1)  $k_f = 2,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  bis  $9,4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Zur Bewertung der Durchlässigkeit siehe **Kapitel 7**.

## 6. Auswertung der Körnungskurven

Zur Feststellung der Kornverteilung wurden die Bodenproben von der Sohle von Schurf SCH1 und SCH2 geotechnisch untersucht. Die zugehörigen Körnungskurven sind in **Anlage 5** grafisch wiedergegeben.

Nach DIN 18123 ist die untersuchte Probe aus Schurf 1 (SCH1/DI-V1) als schwach toniger, schwach feinsandiger Schluff anzusprechen, die Probe aus Schurf SCH2 als schwach toniges Schluff-Feinmittelsand-Gemisch. Hinsichtlich ihrer Kornverteilung sind die Proben als nicht identisch anzusehen, was bereits im Gelände erkennbar war.

## 7. Bewertung

Das Diagramm in **Anlage 4** zeigt, dass mit jedem weiteren Durchgang die hydraulische Durchlässigkeit etwas weiter abnimmt. Die vollständige Sättigung des Bodens konnte in der 5-stündigen Gesamtversuchszeit auch nach dem sechsten Durchgang noch nicht erreicht werden.

Unter der Annahme eines vollständig gesättigten Untergrundes ergibt sich aus den Versuchen unter Berücksichtigung der Porosität eine hydraulische Durchlässigkeit ( $k_f$ ) von etwa

$$k_f = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Für die Einstufung der Durchlässigkeit wird DIN 18130-1, Tabelle 1 angewendet:

| $k_f$ [m/s]  | Bereich                  |
|--|--------------------------|
| unter $10^{-8}$                                      | sehr schwach durchlässig |
| $10^{-8}$ bis $10^{-6}$                              | schwach durchlässig      |
| <b><math>10^{-6}</math> bis <math>10^{-4}</math></b> | <b>durchlässig</b>       |
| $10^{-4}$ bis $10^{-2}$                              | stark durchlässig        |
| über $10^{-2}$                                       | sehr stark durchlässig   |

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt nach DWA-A 138 (2005) etwa in einem Bereich von  $1 \times 10^{-3} \text{ m/s} < k_f < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ .

Die in Schurf SCH1 auf dem Versickerungsniveau anstehende untersuchte Bodenschicht ist nach den Ergebnissen der durchgeführten Versuche aufgrund ihrer Durchlässigkeit für die Versickerung von Oberflächenwasser noch als „durchlässig“ einzustufen und nach DWA-A 138 prinzipiell noch geeignet.

## 8. Zusammenfassung

Die Auswertung der Bodenprofile an Baggerschürfen in Minfeld, Saarstraße 6 ergab für das Prüfniveau in ca. 1,35 m unter Gelände (= Versickerungsniveau der geplanten Versickerung) schwach tonige, schwach feinsandigen Schluffe bis schwach tonige Schluff-Sand-Gemische.

Als Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  aus einem Feldversuch auf der Schurfsohle (= Versickerungsniveau der geplanten Versickerung) von Schurf SCH1 ergibt sich ein Wert von etwa:

$$k_f = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Die durch den direkten Versuch nachgewiesene Größenordnung der Durchlässigkeit liegt im Bereich „durchlässig“ (DIN 18130-1, Tabelle 1) und nach [2.3] am unteren Rand des entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereichs.

Bei dem festgestellten Wert, dem begrenzten zur Verfügung stehenden Sickerraum unterhalb der Versickerungsebene und der zu erwartenden verwitterungsähnlichen Umwandlung (Verlehmung) der Löss-Schichten, hervorgerufen durch die gezielte Versickerung von Niederschlag, erscheinen uns günstige Voraussetzungen für eine dauerhaft funktionierende Versickerung als nicht gegeben.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.



Dipl.-Geol. W. Weber



Dr.-Ing. M. Scholz



### Anlagen:

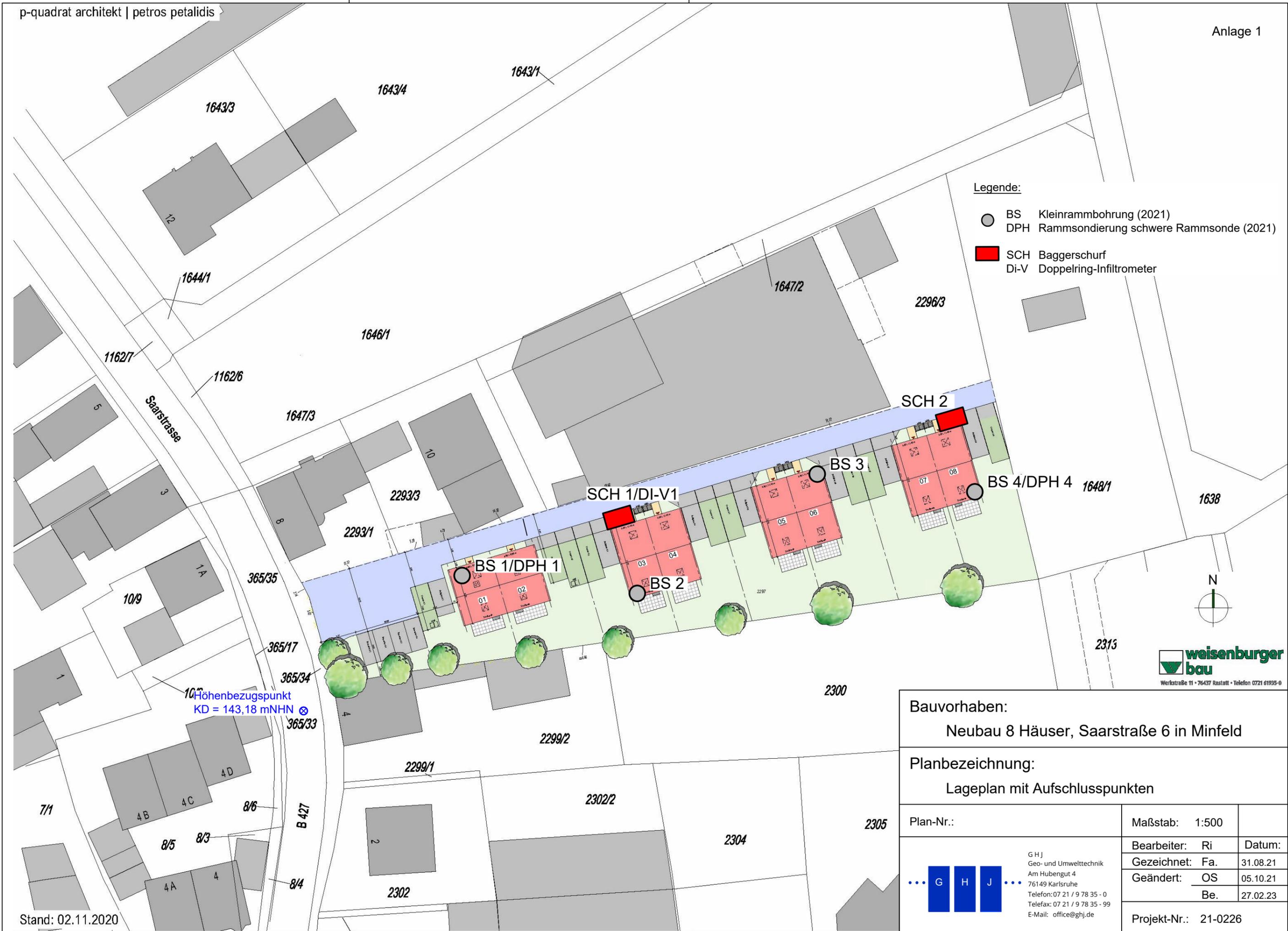
- Anlage 1 Lageplan: Untersuchungsbereiche - 1 Seite
- Anlage 2 Fotodokumentation – 2 Seiten
- Anlage 3 Schurfprofile – 1 Seite
- Anlage 4 DI-Versuch, Versuchsauswertung– 1 Seite
- Anlage 5 Kornverteilungsdiagramm – 1 Seite

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

Neubau 8 DHH, Saarstraße 6  
76872 Minfeld

Anlage 1

## Lageplan Untersuchungsbereiche



- Legende:**
- BS Kleinrammbohrung (2021)
  - DPH Rammsondierung schwere Rammsonde (2021)
  - SCH Baggerschurf
  - Di-V Doppelring-Infiltrrometer

Höhenbezugspunkt  
 KD = 143,18 mNHN



**Bauvorhaben:**  
 Neubau 8 Häuser, Saarstraße 6 in Minfeld

**Planbezeichnung:**  
 Lageplan mit Aufschlusspunkten

|  |                 |          |
|--|-----------------|----------|
| Plan-Nr.:  | Maßstab: 1:500  |          |
| <p>G H J<br/>       Geo- und Umwelttechnik<br/>       Am Hubengut 4<br/>       76149 Karlsruhe<br/>       Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0<br/>       Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99<br/>       E-Mail: office@ghj.de</p> | Bearbeiter: Ri  | Datum:   |
|  | Gezeichnet: Fa. | 31.08.21 |
|  | Geändert: OS    | 05.10.21 |
|  | Be.             | 27.02.23 |
| Projekt-Nr.: 21-0226   |                 |          |

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

Neubau 8 DHH, Saarstraße 6  
76872 Minfeld

Anlage 2

**Fotodokumentation**

Bauvorhaben: Neubau 8DHH, Minfeld (SüW), Saarstraße 6  
hier: Fotografische Dokumentation  
Auftrag-Nr.: 21-0226



Bild 1: Sohle Schurf SCH1, hergerichtet für DI-Versuch (20.02.2023)



Bild 2: Eingebauter DI-Versuchsstand in SCH1 (20.02.2023)

Bauvorhaben: Neubau 8DHH, Minfeld (SüW), Saarstraße 6  
hier: Fotografische Dokumentation  
Auftrag-Nr.: 21-0226



Bild 3: Sohle Schurf SCH2 (20.02.2023)



Bild 4: Detail zur Probenahme an der Schurfsohle SCH2 (20.02.2023)

Bauvorhaben: Neubau 8DHH, Minfeld (SüW), Saarstraße 6  
hier: Fotografische Dokumentation  
Auftrag-Nr.: 21-0226



Bild 5: Lage Schurf SCH1/DI-V1 (20.02.2023)



Bild 6: Lage Schurf SCH2 (20.02.2023)

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

Neubau 8 DHH, Saarstraße 6  
76872 Minfeld

Anlage 3

**Schurfprofile**

# SCH 1/DI-V1

# SCH 2

## ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN  
 □ SCH Schurf

BODENARTEN

|            |           |     |  |
|------------|-----------|-----|--|
| Auffüllung |           | A   |  |
| Sand       | sandig    | S s |  |
| Schluff    | schluffig | U u |  |
| Ton        | tonig     | T t |  |

KORNGRÖßENBEREICH

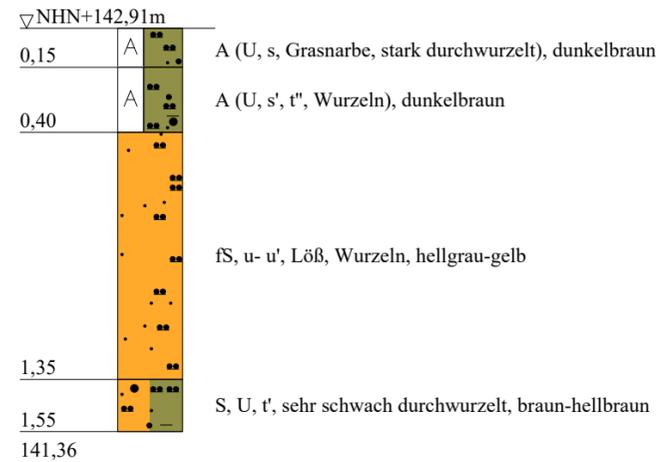
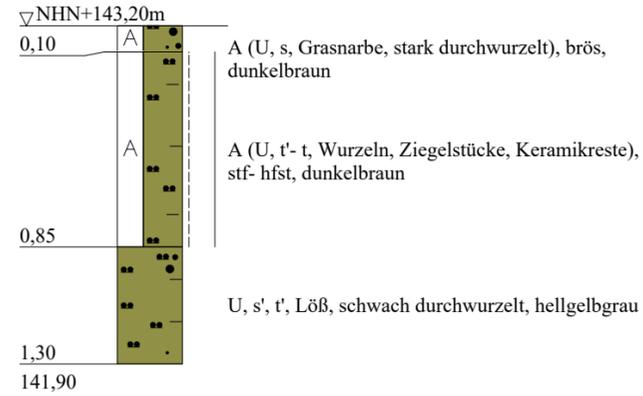
f fein  
 m mittel  
 g grob

NEBENANTEILE

' schwach (< 15 %)  
 - stark (ca. 30-40 %)  
 " sehr schwach; - sehr stark

KONSISTENZ

stf | steif hfst | halbfest  
 brös | bröselig



|  |                 |          |
|--|-----------------|----------|
| <b>Bauvorhaben:</b><br>Neubau 8 Häuser, Saarstraße 6<br>in Minfeld |                 |          |
| <b>Planbezeichnung:</b><br>Schurfprofile                           |                 |          |
| Plan-Nr:   | Maßstab: 1 : 25 |          |
|  | Bearbeiter:     | Wow.     |
|  | Gezeichnet:     | Be.      |
|  | Geändert:       | Be.      |
|  | Gesehen:        |          |
|  | Projekt-Nr:     | 21-0226  |
|  | Datum:          | 27.02.23 |
|  |                 | 06.03.23 |

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

Neubau 8 DHH, Saarstraße 6  
76872 Minfeld

Anlage 4

DI-Versuch



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

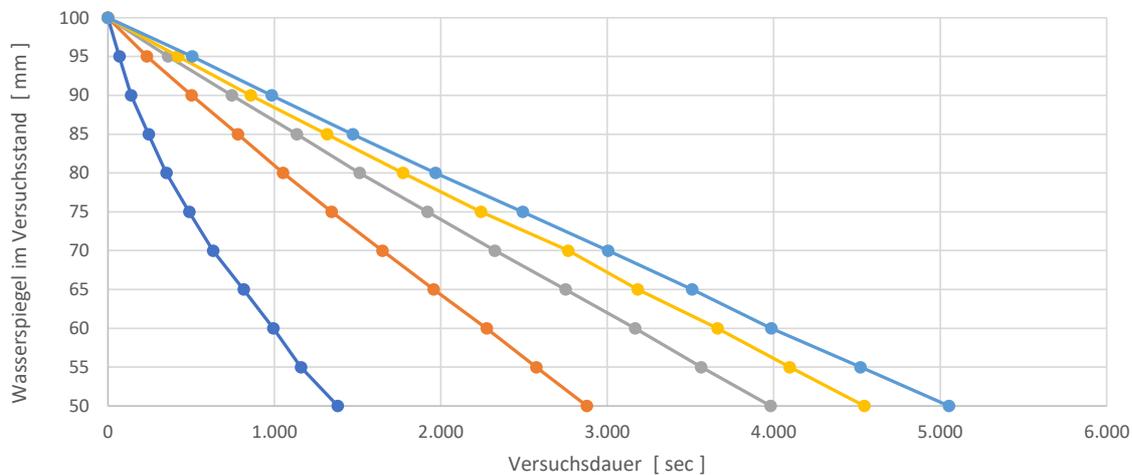
Am Hubengut 4, 76149 Karlsruhe

Telefon 0721 - 9 78 35 - 0

## Doppelring - Infiltrometer (DIN 19 682 - 7)

Bauvorhaben: Minfeld, Saarstraße 6      Verfahren: instationär  
 Ausgef. durch: AM      Schurf / Bohrloch: SCH 1  
 Datum: 20.02.2023      Tiefe: 1,35 m u.GOK

| Anfangshöhe der Wassersäule: | 100 mm                     | 100 mm         | 100 mm       | 100 mm       | 100 mm       |
|------------------------------|----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Höhe der Wassersäule [mm]    | Zeit [sec]                 | Zeit [sec]     | Zeit [sec]   | Zeit [sec]   | Zeit [sec]   |
|                              | 1. Durchgang               | 2. Durchgang   | 4. Durchgang | 5. Durchgang | 6. Durchgang |
| 100                          | 0                          | 0              | 0            | 0            | 0            |
| 95                           | 69                         | 235            | 362          | 422          | 506          |
| 90                           | 140                        | 503            | 745          | 858          | 984          |
| 85                           | 245                        | 782            | 1136         | 1316         | 1471         |
| 80                           | 352                        | 1052           | 1512         | 1773         | 1968         |
| 75                           | 489                        | 1344           | 1921         | 2241         | 2492         |
| 70                           | 632                        | 1649           | 2325         | 2765         | 3004         |
| 65                           | 816                        | 1957           | 2749         | 3183         | 3510         |
| 60                           | 994                        | 2275           | 3168         | 3662         | 3986         |
| 55                           | 1160                       | 2573           | 3564         | 4095         | 4521         |
| 50                           | 1380                       | 2878           | 3981         | 4544         | 5052         |
|                              |                            |                |              |              |              |
|                              |                            |                |              |              |              |
| 1. Durchgang                 | Infiltrationsrate [mm/h] : | D Höhe/Endzeit | 81,8         | Kf [m/s]:    | 2,3E-05      |
| 2. Durchgang                 | Infiltrationsrate [mm/h] : | D Höhe/Endzeit | 59,0         | Kf [m/s]:    | 1,6E-05      |
| 4. Durchgang                 | Infiltrationsrate [mm/h] : | D Höhe/Endzeit | 43,2         | Kf [m/s]:    | 1,2E-05      |
| 5. Durchgang                 | Infiltrationsrate [mm/h] : | D Höhe/Endzeit | 40,1         | Kf [m/s]:    | 1,1E-05      |
| 6. Durchgang                 | Infiltrationsrate [mm/h] : | D Höhe/Endzeit | 33,9         | Kf [m/s]:    | 9,4E-06      |



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

Neubau 8 DHH, Saarstraße 6  
76872 Minfeld

Anlage 5

## Kornverteilungsdiagramm

