

**Geotechnischen Baugrunduntersuchung (DIN 4020),**

**UNTERSUCHUNGSBERICHT**

**Projekt:** Gemeinde u. Gemarkung Essenbach  
Straubinger Straße  
Flur-Nr. 173 - 177

**Auftraggeber:** JJ Immobilien & Projektentwicklung GmbH  
Mooswiesenweg 5  
84034 Landshut

**Verfasser:** **Dr. Amann + Partner**  
**Geologisches Büro für Umwelt und Technologie**  
Lenauweg 18  
84036 Landshut  
  
Tel.: 0871-40873/56, Fax: /57  
E-mail: [info@amann-geotec.de](mailto:info@amann-geotec.de)

**Bericht:** **Untersuchungsbericht, Nr. 2017-19/1**

**Seitenanzahl:** 21 + Deckblatt

**Anlagen:** 18

**Verteiler:** JJ Immobilien & Projektentwicklung GmbH ( 2 )  
Dr. Amann + Partner ( 1 )

Landshut, den 22.08.2018

  
**Bearbeiter:** Dipl.-Geol. Dr. Hubert Amann

Dieser Bericht darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht oder vervielfältigt werden.  
Soll dieser Bericht auszugsweise abgedruckt oder vervielfältigt werden, so ist vorher die Genehmigung des  
Berichterstellers einzuholen

|       | <b>INHALT</b>                                    | <b>SEITE</b> |
|-------|--|--------------|
| 1.    | Projekt  | 4            |
| 1.1   | Geographische und topographische Situation       | 4            |
| 1.2   | Aufgabenstellung                                 | 4            |
| 2.    | Auftrag  | 5            |
| 3.    | Verwendete Unterlagen                            | 5            |
| 4.    | Geotechnischen Untersuchung, Methodik            | 6            |
| 4.1   | Baggerschürfe, Aufschlussbohrung                 | 6            |
| 4.2   | Rammsondierung „DPH“ (DIN 4094)                  | 6            |
| 4.2.1 | DPH-Beurteilungsgrundlagen                       | 6            |
| 4.3   | Bodenklassifizierung                             | 8            |
| 5.    | Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung       | 8            |
| 5.1   | Geologie   | 8            |
| 5.2.  | Hydrogeologie                                    | 11           |
| 5.2.1 | Charakteristische GW-Stände                      | 12           |
| 5.2.2 | Hydraulische Leitfähigkeit des oberen GW-Leiters | 13           |
| 5.2.3 | GW-Fließrichtung, Betonkorrosivität              | 13           |
| 6.    | Folgerungen                                      | 13           |
| 6.1   | Baugrundmodell                                   | 15           |
| 6.2   | Geotechnische Kategorie                          | 16           |
| 6.3   | Gründungsempfehlung                              | 16           |
| 6.4   | Baugrube, Schutzmaßnahmen                        | 17           |
| 6.5   | Versickerung von Niederschlagswässern            | 18           |
| 7.    | Kampfmittel                                      | 18           |
| 8.    | Zusammenfassung, Schlussfolgerungen              | 19           |

## **TABELLEN**

- 1 Boden- und Grundwasseraufschlüsse
- 2 Bautechnische Eigenschaften (DIN 4022, DIN 18196)
- 3 Bautechnische Eignung (DIN 18300, DIN 18196)
- 4 Charakteristische GW-Stände
- 5 Bodenmechanische Kennwerte für baustatische Berechnungen

## **ABBILDUNG**

- 1 Profilabgleich „Baggerschürfe, Rammsondierung, Aufschlussbohrung“
- 2 Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Karte von Bayern (Nr. 7338, Rottenburg)

## **ANLAGEN**

- 1 Planunterlagen
  - 1.1 Übersichtsplan
  - 1.2 Lageplan, Bodenaufschlüsse
2. Bodenaufschlüsse
  - 2.1 Baggerschürfe BS 1-11: Aufschlussprofile + Legende
  - 2.2 Profilschnitte 1-3: BS + DPH
  - 2.3 Aufschlussbohrung: RKB-1
3. Analyseprotokoll
  - 3.1 Betonaggressivität

## 1. Projekt

Die *JJ Immobilien & Projektentwicklung GmbH* beabsichtigt die Bebauung ihrer eigenen Grundstücke, Flur-Nr. 173, 174, 175, 176 und 177, in der Gemarkung und Gemeinde 84051 Essenbach. Geplant ist die Errichtung von vier Mehrfamilienhäusern und zwei Marktgebäuden zzgl. Verkehrsflächen.

Zur Bemessung der Lastenabtragung auf den Baugrund wurden auf dem, bis dato, landwirtschaftlich genutzten Areal Bodenuntersuchungen vorgenommen: Ihre Durchführung und Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht dargelegt.

### 1.1 Geographische und topographische Situation

Die Untersuchungsfläche liegt am östlichen Siedlungsrand von Essenbach, angrenzend an die neu ausgebaute Straubinger Straße, die den Anschluss zur „B15 Neu“ herstellt.

Die Untersuchungsfläche war bis zuletzt landwirtschaftlich genutzt, als Grünland und Ackerfläche.

Die insgesamt rd. 1,923 ha große Fläche fällt zwischen den Höhenkoten 387,7 - 385,7 (NN) flach nach Südosten ein. Entlang der nordöstlichen und südöstlichen Grenze wird sie von einem ca. 1 m tiefen Graben umschlossen, der nach Angabe eines Anwohners ganzjährig Wasser führt und durch eine Quelle gespeist wird. Der Graben ist z. T. mit Binsen eingewachsen.

Der Landschaftscharakter der Untersuchungsfläche wird durch die Präsenz der neuen Verkehrswege und die angrenzenden Siedlungen als Mischgebiet charakterisiert.

### 1.2 Aufgabenstellung

Die Geotechnische Untersuchung für bautechnische Zwecke (DIN 4020) umfasst folgenden Leistungsumfang:

- Klassifikation des Baugrundes gem. DIN 18300 und DIN 18196
- Ermittlung der Bodenkennwerte zur gründungstechnischen Berechnung
- Beurteilung der Standfestigkeit, Tragfähigkeit und der hydraulischen Eigenschaften
- Beurteilung der Einflussnahme des Grundwassers

## **2. Auftrag**

Der Auftrag zur geotechnischen Baugrunduntersuchung wurde durch den Geschäftsführer der JJ Immobilien & Projektentwicklung GmbH, Herrn Jens Janke, im Herbst 2017, mündlich erteilt; zu den Voraussetzungen für die zurückliegende Zusammenarbeit.

## **3. Verwendete Unterlagen**

Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen

- [U1] Katasterplan (1:1000)
- [U2] Luftbild (1:1000)
- [U3] Bestandsplan mit Höhenkoten (1:500), (18-20.07.2017): Vermessungsbüro Udo Karp
- [U4] Konzeptplan, Variante 13 (1:1000), (26.01.2018): Architekturbüro Nistroj
- [U5] Spartenpläne: Gas, Wasser, Strom, Kanalisation
- [U6] Glasfaserkabel

Sonstige Unterlagen

- [U7] Geologische Karte von Bayern (1: 50.000), Erläuterungen zum Blatt Nr. L 7338 Rottenburg
- [U8] Hydrogeologische Karte von Bayern (1:50.000), Nr. L 7338 Rottenburg

- DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- DIN 1055-2 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen
- DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4022 Bodenklassifikation
- DIN 4023 Geotechnische Erkundung und Untersuchung
- DIN 18196 Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18300 Bodenklassen für Erdarbeiten

## **4. Geotechnische Untersuchung, Methodik**

### **4.1 Baggerschürfe, Aufschlussbohrung (GW-Pegel)**

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 05. Sept. 2017 elf Baggerschürfe gegraben; jeweils rd. 4,5 m tief, bis zur GW-Oberfläche.

Die Aufschlussprofile der Baggerschürfe („BS 1-11“) sind in Anlage 2 beschrieben.

Aus den Profilen der Baggerschürfe wurden insgesamt 26 Bodenproben orientiert entnommen und nach DIN 4022 ausgewertet.

Am 10.-11. April 2018 wurde im östlichen Randbereich der Untersuchungsfläche eine Aufschlussbohrung (DN 300) niedergebracht und als GW-Pegel ausgebaut; - zur Ansprache der tieferen Baugrundsichten und zur Beobachtung des Grundwassers, dessen Betonaggressivität in einer GW-Probe untersucht wurde.

### **4.2 Rammsondierung „DPH“ (DIN 4094)**

Um die Konsistenz und Lagerungsdichte der Bodenschichten unter der Grabungssohle zu erkunden wurden am 11. September, benachbart zu jeder Baggerschürfe, Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) niedergebracht („DPH 1-11“); - bis in das Niveau konsolidierter Bodenschichten, bzw. bis zu einem Sonden-Eindringwiderstand von  $\geq 30$  Schläge / dm ( $N_{10} > 30$ ).

*Rammsondierungen liefern über den Eindringwiderstand „ $N_{10}$ “ (Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe) ein indirektes Maß für die Zusammendrückbarkeit, die Scherfestigkeit und den Verdichtungsgrad des Baugrundes. Dazu wird eine Stahlsonde, mit definierter Spitze und Dicke, mit einem 50 kg schweren Rammhären, aus einer Fallhöhe von 50 cm, in den Boden getrieben.*

#### **4.2.1 DPH-Beurteilungsgrundlagen**

Die Ergebnisbeurteilung von Rammsondierungen ist nur in Verbindung mit direkten Baugrundaufschlüssen möglich.

Quantitative Zusammenhänge zwischen dem Sondierergebnis und dem Verdichtungsgrad müssen für die jeweiligen Bodenarten innerhalb definierter Gültigkeitsgrenzen in nachprüfbarer Form statistisch ermittelt werden.

Die geotechnischen Einflüsse auf den Eindringwiderstand sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

- **Gerätetechnische Einflüsse auf den Eindringwiderstand**
  - Fallgewicht, Spitzendurchmesser, Länge des Gestänges
  
- **Geotechnische Einflüsse auf den Eindringwiderstand**
  - *Grobkörnige Böden*  
Lagerungsdichte, Korngefüge, Korngrößenverteilung, Kornform, Kornrauigkeit, Mineralart, Verkittung, Verspannungszustand
  - *Feinkörnige Böden*  
Zustandsform (Konsistenz), Plastizität, Struktur
  - *Gemischtkörnige Böden*  
Eigenschaften und Massenanteil des Grobkorns, Plastizität und Zustandsform des Feinkorns
  - *Einfluss der Oberfläche*  
Oberflächeneinflusstiefe reicht bis zu ca. 1 m unter Ansatzpunkt (DIN 4094-3)

Tabelle 1: DPH, Einflüsse auf die Sondierungsergebnisse

Tabelle 2 zeigt, anhand bodenmechanischer Literaturwerte, Beispiele für den Zusammenhang zwischen der Lagerungsdichte (grob- u. gemischtkörniger Böden), der Konsistenz (bindiger Böden) und der Schlagzahl bzw. dem Eindringwiderstand der Schweren Rammsonde.

| <b>Bindige Böden</b> |             | <b>Nicht-bindige Böden</b> |            |
|----------------------|-------------|----------------------------|------------|
| Konsistenz           | Schlagzahl: | Lagerungsdichte            | Schlagzahl |
| breiig:              | N10: 0-2    | sehr locker:               | N10: 0-1   |
| weich:               | N10: 2-5    | locker:                    | N10: 1-4   |
| steif:               | N10: 5-9    | mitteldicht:               | N10: 4-13  |
| halbfest:            | N10: 9-17   | dicht:                     | N10: 13-24 |
| fest:                | N10: >17    | sehr dicht:                | N10: >24   |

Tabelle 2: Bodenmechanische Literaturwerte zur Interpretation der DPH-Schlagzahlen

#### 4.3 Bodenklassifizierung

Zur Ermittlung der bautechnischen Eigenschaften und Eignung wurden die Bodenschichten entsprechend ihrer stofflichen Zusammensetzung, Korngrößenverteilung, plastischen Eigenschaften, dem Gehalt organischer Bestandteile nach DIN 18196 klassifiziert (vgl. Tab. 4).

Die stoffliche Zusammensetzung und Korngrößenverteilung wurde bei der Anschauung im Handstück, nach DIN 4022, durch den Vergleich mit Referenzkorngrößen ermittelt. Die plastischen Eigenschaften feinkörniger Böden wurden im Knetversuch und durch die Bestimmung der Trockenfestigkeit festgestellt.

### 5. Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung

#### 5.1 Geologie

Die Untersuchungsfläche liegt im Isartal, das durch den Abfluss eiszeitlicher Schmelzwässer im Tertiären Hügelland zunächst ausgeräumt wurde. In den Lockersedimenten der postglazialen Talaufschüttung verzahnen sich klastische Lockersedimente unterschiedlicher Korngröße und Entstehung: - im oberen Fließregime abgelagerte Schotter verzahnen sich mit Hochflutlehmen, die sich bei Überschwemmungen, im Bereich der angrenzenden Auen absetzten. In Altwässern und Überflutungsbereichen bildeten sich Sümpfe und anmoorige Standorte.

##### Anmoor über fluviatilen Ablagerungen

Die Untersuchungsfläche liegt in einem ehem. anmoorigen Bereich des Isartals mit tiefen, zur Staunässe neigenden, druckempfindlichen Böden, die organische Rückstände enthalten.

##### Hochflutlehme

Im Aufschluss von elf Baggerschürfe (BS 1-11) stehen unter der Geländeoberfläche Schluffe und tonige Schluffe mit weicher bis max. halbsteifer Konsistenz an, die im durchwurzelten oberen Bodenabschnitt, bis ca. 1,5 m u. GOK, durch Humus und organische Rückstände dkl.-braun und schwarz gefärbt sind.

Das Profil der Hochflutlehme ist auf der Untersuchungsfläche 3,8 m bis ca. 4,5 m u. GOK m mächtig und reicht bis zur Grenzfläche der darunter anstehenden Quartärkiese.

Die Konsistenz der Lehme ist bis ca. 2,5 m (u.GOK) weich ( $N_{10} \leq 3$ ). Darunter „zieht die Konsistenz der Lehme bereichsweise an“ ( $N_{10} \leq 5$ ) anderenorts macht sich der kapillare Wasseraufstieg bemerkbar; die Konsistenz der Lehme schwächt sich ab und wird „sehr weich“ bzw. „ausgeprägt plastisch“ (vgl. Anl. 2.4).

#### Quartärkiese

Die Quartärkiese wurden durch die Sondierungen „DPH 1-11“ und die Rammkernbohrung „RKB-1“ erkundet.

Unter weichen Lehmedeckschichten zeigen die Profile der Schweren Rammsonde von ca. 4,5 - 6 m (u. GOK) eine wechselnd lockere und mitteldichte Lagerung an; > 6 m (u.GOK) kann bei  $N_{10} > 13$  von einer dichten Lagerung ausgegangen werden (vgl. Abb1).

Im Vergleichsprofil der Bohrung „RKB-1“ beträgt die Schichtmächtigkeit der Quartärkiese rd. 5,5 m. Dem Bohrwiderstand entsprechend sind die Kiese  $\geq$  mitteldicht gelagert.

#### Tertiäre Kiese

In der Bohrung „RKB-1“ wurden tertiäre Kiese der Oberen Süßwassermolasse im Profilabschnitt 10,3 – 10,7 m (u.GOK) aufgeschlossen.

Der erhöhte Glimmergehalt und ihre blau-grüne Färbung sind die kennzeichnenden Merkmale.

Die bindigen Kiese werden als Teil eines „Aufarbeitungshorizont“ gedeutet der an der Talsohle des Isartales als 0 – ca. 1,5 m mächtigen Lage (mit Fensterstrukturen) die Trennschicht zwischen dem 1. und 2. GW-Leiter bildet.

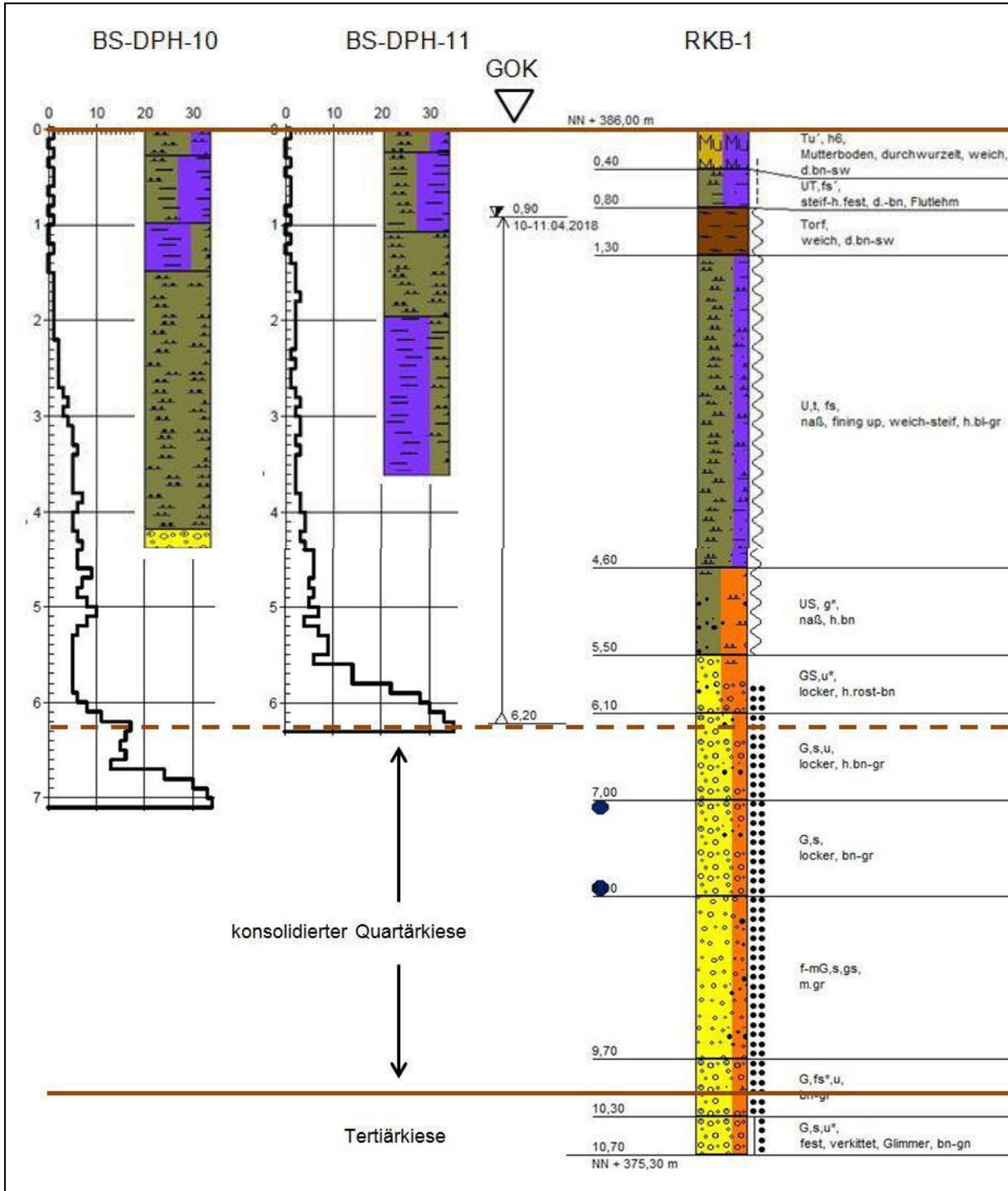


Abbildung 1: Profilabgleich „Baggerschürfe, Rammsondierung, Aufschlussbohrung“

## 5.2. Hydrogeologie

Der Quartäre GW-Leiter entspricht der quartären Talfüllung des Isartals.

Der mit Grundwasser gesättigte Abschnitt erstreckt sich über das Profil der offenporigen Kiese und Sande und staut sich darüber gespannt in die überlagernden bindigen Hochflutlehme ein.

Der (mittlere) Druckspiegel des (oberen) Grundwassers: der Mittlere GW-Stand (MGW), befindet sich im Untersuchungsgebiet, gemäß der Darstellung in der amtl. Hydrogeologischen Karte [U 7], bei 384,0 – 384,8 m (ü. NN) (vgl. Abbildung 2).

In den Baggerschürfen bewirkte der kapillare Wasseraufstieg z.T. eine Destabilisierung des Bodens: In Grabungstiefen > 2,5 m reagierten bis dahin steife Schluffe, durch die herabgesetzte Kohäsion auf eine mechanische Verformung weich bis sehr weich; die Schachtwände verschiedener Baggerschürfe brachen daher vorzeitig ein.

In der als GW-Pegel ausgebauten Aufschlussbohrung (RKB-1) stieg das Grundwasser beim Ausbau von 6,2 m auf 0,9 m (u.GOK) an und kennzeichnet den Druckspiegel des gespannt anstehenden Grundwassers.

(Diese Beobachtung wird durch die Beschreibung eines Anwohners weiter gestützt, wonach die rd. 50 m südwestlich der Bohrung liegende artesische Quelle, nach heftigeren Regenfällen, an der Wasseroberfläche aufwallt.)

Den Quartären- und Tertiären-GW-Leiter trennt eine bindige Kieslage unter der die Tertiären Kiese und Sande der Oberen Süßwassermolasse anstehen. Das sehr dichte und z. T. verkittete Gefüge bewirken darin eine verminderte Durchlässigkeit.

Lokale Fensterstrukturen bewirken einen Druckausgleich zum Oberen GW-Leiter, wodurch sich die Druckwasserspiegel im 1. und 2. GW-Leiter angleichen.

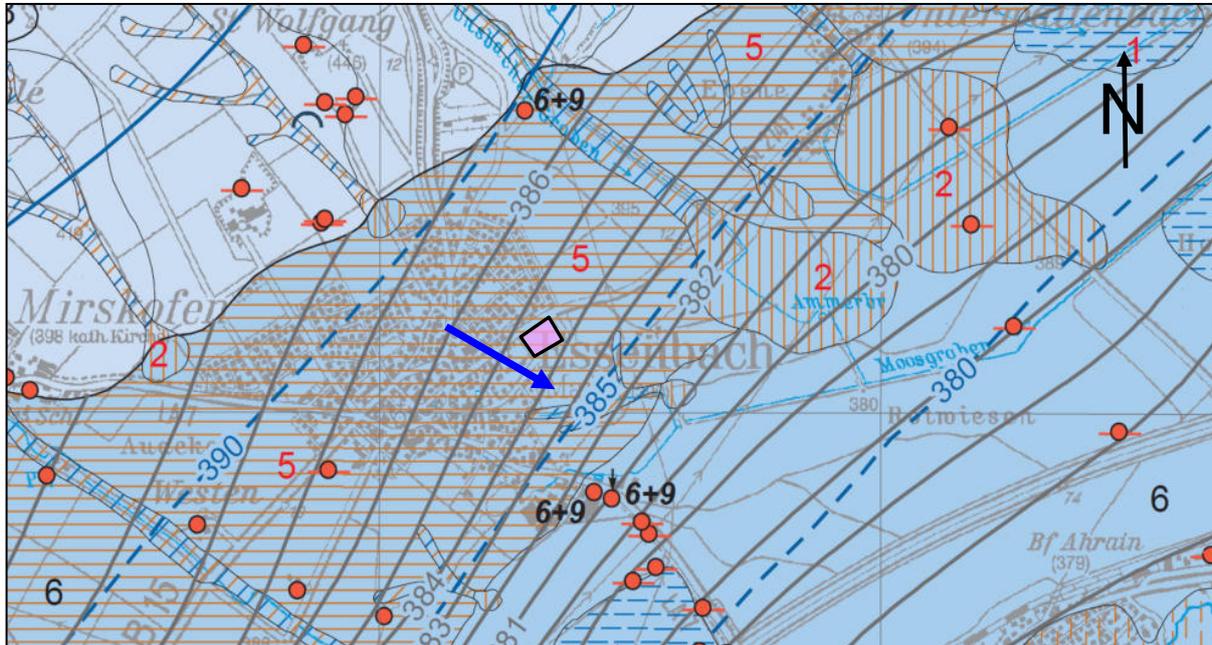


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Karte (Nr. 7338, Rottenburg)

-  Untersuchungsfläche
-  Isolinien der GW-Oberfläche im quartären Aquifer
-  GW-Fließrichtung

### 5.2.1 Charakteristische GW-Stände

In den westlich angrenzenden Wohnhäusern wurden, nach Auskunft der Anwohner, wegen des weichen Baugrundes, keine Keller ausgebaut.

Amtliche Messungen der GW-Stände liegen nicht vor.

In der Hydrogeologischen Karte liegt der „Mittlere GW-Stand“ im Südosten der Untersuchungsfläche bei 284,0 (ü. NN) und im Nordwesten bei 384,8 m (ü. NN); jeweils rd. 2,3 m u. GOK (vgl. Abb. 2).

Der Bemessungswasserstand liegt im Niveau der Grundstücksoberfläche.

| Charakteristische Grundwasserspiegelstände |        | Westen – Osten |   |       |           |
|--|--------|----------------|---|-------|-----------|
| GOK  |        | 387,7          | – | 385,7 | (m ü. NN) |
| <u>Bemessungs-Wasserstand</u>              |        | 387,7          | – | 385,7 | (m ü. NN) |
| Mittlerer Grundwasser-Höchststand:         | (MHGW) | 387,0          | – | 385,5 | (m ü. NN) |
| Mittlerer Grundwasserstand:                | (MGW)  | 384,8          | – | 384,0 | (m ü. NN) |

Tabelle 3: Charakteristische GW-Stände

## 5.2.2 Hydraulische Leitfähigkeit des oberen GW-Leiters

Die Porendurchlässigkeit der Flutlehme ist sehr gering. In der geologischen Karte [U 7] ist die hydraulische Durchlässigkeit mit  $10^{-7} \text{ m/s} < \text{kf-Wert} > 10^{-8} \text{ m/s}$  beziffert.

Die Durchlässigkeit der Quartärkiese, liegt nach gleicher Lit.-Quelle, zwischen  $10^{-4} \text{ m/s} < \text{kf-Wert} > 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

## 5.2.3 GW-Fließrichtung, Betonkorrosivität

In der amtl. Hydrogeologischen Karte [U 8] ist die Grundwasserfließrichtung mit  $120^\circ$  nach Südosten gerichtet (vgl. Abb. 2.).

Die am 11.04.2018 im Pegel „GWM-1“ entnommene GW-Probe zeigt in der Laboranalyse (DIN 4030) keine Hinweise für eine Betonaggressivität an.

## 6. Folgerungen

### Feinkörnige Böden

Die Hochflutlehme bestehen aus Schluff-Ton-Gemischen. Ihre Zusammensetzung entspricht, nach DIN 4022, der Kornverteilung: UT / U,t,fs / U,fs'.

Auf Dezimeterlagen sind die Schluffe z. T. mit Torffasern durchsetzt; der Torfanteil beträgt auf Lagen bis zu 20 Vol. %.

Die Eigenschaften bindiger Böden sind das Ergebnis ihrer kohäsiven Kornbindung. Eine niedrige bis mittlere Trockenfestigkeit entspricht einer niedrigen bis mittleren Plastizität.

Eine hohe Trockenfestigkeit entspricht einer hohen Plastizität. Im Bereich der Aufschlüsse „BS 9-11“ sind die Lehme z. T. „ausgeprägt plastisch“.

Die bautechnische(n) Eigenschaften / Eignung der Lehme sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Die Tragfähigkeit bindiger Böden hängt stark vom Wassergehalt ab: Bei hohem Wassergehalt sind Setzungen zu erwarten, die wegen der geringen Durchlässigkeit, lange andauern können (z.T. Jahre). Da das Porenwasser während des Konsolidierungsvorgangs unter Druck steht und das Korngerüst entsprechend weniger belastet wird, sind die Reibungskräfte im Boden in diesem Zustand gering; Es besteht die Gefahr eines Grundbruchs.

#### Organische Böden

sind als Baugrund ungeeignet. Weil sie sich mit der Zeit zersetzen. Sie müssen entfernt oder mit einer Tiefengründung überbrückt werden.

#### Grobkörnige Böden

Die Quartärkiese und -sande entsprechen weit- und intermediär-gestuftem Kies-Sandgemischen. Ihre Kornverteilung entspricht nach DIN 4022: G,s / S / G,s,u´.

In den Profilen der Schweren Rammsondierungen werde niedrige Eindringwiderstände mit einer abschnittsweise lockeren oder rolligen Lagerung der Kiese erklärt. Nach unten nimmt die Lagerungsdichte der Kiese zu (vgl. Abb. 1, Anl. 2).

Die bautechnischen Eigenschaften sind in den Tabelle 4 zusammengefasst.

| DIN 4022                           | DIN 18196            |                    |  |                         |                      |                           |                  |                           |                            |
|------------------------------------|----------------------|--------------------|--|-------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|
|                                    | Hauptgruppen         | Gruppen-<br>symbol | Gruppen  | bautechn. Eigenschaften |                      |                           |                  |                           | bautechn. Eignung          |
|                                    |                      |                    |  | Scher-<br>festigkeit    | Verdicht-<br>barkeit | Zusammen-<br>drückbarkeit | Durchlässigkeit  | Frost-<br>empfindlichkeit | Baugrund für<br>Gründungen |
| <b>Hochflutlehme</b>               |                      |                    |  |                         |                      |                           |                  |                           |                            |
| U, fs / U,fs,t /<br>,UT            | feinkörnige<br>Böden | <b>UL</b>          | leicht plastische<br>Schluffe                  | mäßig                   | mäßig                | gering-mittel             | gering-mittel    | sehr groß                 | geeignet                   |
|                                    |                      | <b>UM</b>          | mittelpastische<br>Schluffe                    | mäßig                   | schlecht             | groß - mittel             | sehr gering      | sehr groß                 | brauchbar                  |
|                                    |                      | <b>TM</b>          | mittelpastischer Ton                           | gering                  | schlecht             | groß-mittel               | vernachlässigbar | groß-mittel               | brauchbar                  |
| <b>quartäre und tertiäre Kiese</b> |                      |                    |  |                         |                      |                           |                  |                           |                            |
| G,s / S / G,s,u´                   | grobkörnige<br>Böden | <b>GW</b>          | weit gestufte Kies-<br>Sand-Gemische           | s.groß                  | s. gut               | s. gut                    | groß - mittel    | vernachlässigbar          | s. gut geeignet            |
|                                    |                      | <b>GI</b>          | intermittierend gestufte<br>Kies-Sand-Gemische | s.groß                  | gut                  | s. gut                    | groß - mittel    | vernachlässigbar          | s. gut geeignet            |

Tabelle 4.1: Bautechnische Eigenschaften / Bautechnische Eignung (DIN 4022, - 18300, - 18196)

BV. Essenbach, Straubinger Straße  
 Baugrunduntersuchung (DIN 4020)

| DIN 4022                           | DIN 18196         |                |   | DIN 18300    |               |
|------------------------------------|-------------------|----------------|---|--------------|---------------|
|                                    | Haupt-gruppen     | Gruppen-symbol | Gruppen                                     | Boden-klasse | Lösbar-keit   |
| <b>Hochflutlehme</b>               |                   |                |   |              |               |
| U, fs / U,fs,t / ,UT               | feinkörnige Böden | <b>UL</b>      | leicht plastische Schluffe                  | 4            | mittel-schwer |
|                                    |                   | <b>UM</b>      | mittelplastische Schluffe                   |              |               |
|                                    |                   | <b>TM</b>      | mittelplastischer Ton                       | 3            | leicht        |
| <b>quartäre und tertiäre Kiese</b> |                   |                |   |              |               |
| G,s / S / G,s,ú                    | grobkörnige Böden | <b>GW</b>      | weit gestufte Kies-Sand-Gemische            | 3            | leicht        |
|                                    |                   | <b>GI</b>      | intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische |              |               |

Tabelle 4.2: Bautechnische Eigenschaften / Bautechnische Eignung (DIN 4022, - 18300, - 18196)

## 6.1 Baugrundmodell

Bis zu einer Tiefe von rd. 4 m (u. GOK) besteht der Baugrund aus schluffigen Lehmen (UL / UM / TM) mit steifer Konsistenz, die auf Zutritt von Wasser und auf dynamische Belastungen sehr empfindlich reagieren.

> 2,5 m u. GOK, im Bodenabschnitt des kapillaren GW-Aufstiegs verhalten sich die Lehme weich. Im Osten der Untersuchungsfläche verstärkt der erhöhte Tongehalt der Lehme dieser Effekt.

Die Quartärkiese wurden in den Baggerschürfen nur an der Abgrabungssohle rd. 0,2 m tief, in der Fazis sandiger Kiese und von Kies-Ton-Gemischen, aufgeschlossen (vgl. Anl. 2).

In den Profilen der Schweren Rammsonde sind die **Quartärkiese** bis ca.6 m u. GOK locker und mitteldicht gelagert. Darunter erfolgt eine deutliche Zunahme des Eindringwiderstandes.

Dem Bohrwiderstand in „RKB-1“ zur Folge kann bis zur Sohle von einer  $\geq$  mitteldichten Lagerung ausgegangen werden (vgl. Abb. 1 und Anl. 2).

Die Zusammensetzung der Quartärkiese entspricht erfahrungsgemäß allen Übergängen von rolligen Kiesen zu stark sandigen, schluffigen Kiesen und Sanden (GE / GW / GI).

Für die Versickerung von Niederschlagswässern sind die > 4 m (u. GOK) anstehenden Quartärkiese, formal gut geeignet ( $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s).

Durch das gespannte Grundwasser, dessen freier Druckspiegel bis nahe an die Geländeoberfläche heranreicht, ist die technische Durchführung der Versickerung erschwert.

Die bindigen, bei Wasserzutritt hochplastischen Deckschichten sind bei der Einrichtung von Rigolen etc. auf geeignete Weise zu stützen.

Der mittlere Grundwasserspiegelstand (MGW) beträgt im Westen der Untersuchungsfläche 384,8 m und in Osten 384,0 m (ü. NN).

Der Mittlere GW-Höchststand (MHGW) wird, im Westen, mit 387 m (ü. NN) und im Osten mit 385,5 (ü. NN) abgeschätzt.

## 6.2 Geotechnische Kategorie

Nach DIN 4020 entspricht das Bauvorhaben der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2), entsprechend Baugrundverhältnissen mittleren Schwierigkeitsgrades.

## 6.3 Gründungsempfehlung

Die Lehme sind in der natürlichen Konsistenz für den Abtrag von Gebäudelasten ungeeignet.

Für Verkehrsflächen sollte die Option einer Bodenconditionierung mit Bindemittel geprüft werden. Der Eintrag erfolgte nach dem frosttiefen Bodenabtrag durch Einfräsen eines Kalk-Zement-Gemisches, ca. 0,5 m tief. Auf der i. d. R. statisch verdichteten Oberfläche wird ein Bettungspolster aus Kies (frosttief) aufgeschüttet.

Alternativ kann auch die Bewehrung des Baugrundes durch zugsteife Geogitter geprüft werden.

Zur Konzeption empfiehlt sich die Anlage eines Versuchsfeldes.

Für den Unterbau der Verkehrsflächen gelten die Anforderungen  $E_{v2}$ -Wert  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$ . Die Überprüfung erfolgt mit statischen Lastplattendruckversuchen.

Wo erhöhte Punktlasten abgetragen werden, müssen die bindigen Lehme und locker gelagerten Quartärkiese wegen des Grundbruchrisikos und differentiellen Setzungsverhaltens mit einer Pfahlgründung durchfahren werden; mit Rüttel-Ortbeton (ROB)-Säulen (...oder vergleichbar).

Um die Standsicherheit zu gewährleisten müssen die Säulen ca. 1,5 m tief grundfest einbinden.

Der Abgleich der DPH-Profile (Eindringwiderstände) mit dem Bohrprofil „RKB-1“ zeigt, daß hinreichend dicht gelagerte Kiese im oberen, quartären GW-Leiter anstehen (vgl. Abb. 1 und Anl. 2.4).

| nicht bindige Böden         |               | Lagerung    | Wichte                               |                                      |                                      | Winkel d. inneren Reibung | Kohäsion                       | Steifemodul                                |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|
|                             |               |             | erdfeucht                            | wasser-gesättigt                     | unter Auftrieb                       |                           |                                |  |
| Baugrund<br>(DIN 18196)     |               |             | cal $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal $\phi$<br>[°]         | cal C'<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | cal E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
| quartäre und tertiäre Kiese | <b>GW, GI</b> | locker      | 18,0                                 | 20,0                                 | 10,0                                 | 30                        | 0                              | 50-100                                     |
|                             |               | mitteldicht | 20,0                                 | 22,0                                 | 12,0                                 | 32,5                      | 0                              | 50-100                                     |
|                             |               | dicht       | 22,0                                 | 24,0                                 | 14,0                                 | 35                        | 5                              | 50-100                                     |

| bindige Böden           |               | Konsistenz | Wichte                               |                                      | Winkel d. inneren Reibung | Kohäsion                       |  | Steifemodul                                |
|-------------------------|---------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|--|
|                         |               |            | über Wasser                          | unter Wasser                         |                           |                                |  |  |
| Baugrund<br>(DIN 18196) |               |            | cal $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal $\phi$<br>[°]         | cal C'<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | cal C <sub>u</sub><br>[kN/m <sup>2</sup> ] | cal E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
| quartäre Hochflutlehme  | <b>TL, UL</b> | weich      | 20,0                                 | 10,0                                 | 27,5                      | 0                              | 0  | 4 - 8                                      |
|                         |               | steif      | 20,5                                 | 10,5                                 | 27,5                      | 2                              | 15   | 3 - 10                                     |
|                         |               | halbfest   | 21,0                                 | 11,0                                 | 27,5                      | 5                              | 40   |  |
|                         | <b>TM, UM</b> | weich      | 19,0                                 | 9,0                                  | 22,5                      | 0                              | 5  | 1 - 3                                      |
|                         |               | steif      | 19,5                                 | 9,5                                  | 22,5                      | 5                              | 25   | 3 - 5                                      |
|                         |               | halbfest   | 20,5                                 | 10,5                                 | 22,5                      | 10                             | 60   | 5 - 20                                     |

Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

#### 6.4 Baugrube, Schutzmaßnahmen

Die bis ca. 4 m u. GOK anstehenden Lehme reagieren auf mechanisch Einwirkung und Wasserzutritt sehr empfindlich. Bis zur Befestigung der Tragschicht sollten nur Baumaschinen mit Kettenlaufwerk eingesetzt werden. Der Einbau der Tragschicht erfolgt empfehlungsgemäß „über Kopf“.

Da Böschungen sehr empfindlich reagieren, ist ein Verbau vorzusehen.

Wo dies nicht praktikabel ist, sind Maßnahmen gegen Wasserzutritt vorzunehmen und die Böschungskanten zu sichern; durch Folien und Bretter etc. oder durch die Abflachung der Böschungen.

Im weitständigen Untersuchungsraaster der Bodenaufschlüsse nehmen die anmoorigen Bodenmerkmale und die Instabilität des Baugrundes von Westen nach Osten zu. Die angemessenen

Sicherungs- und Präventivmaßnahmen sind nicht vorhersehbar und müssen situationsgerecht angepasst werden.

## 6.5 Versickerung von Niederschlagswässern

Für die Versickerung von Niederschlagswässern sind die > 4 m (u. GOK) anstehenden Quartärkiese hydraulisch geeignet; die Durchlässigkeit ist mit  $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s anzusetzen.

Der freie Druckspiegel des gespannten Grundwassers liegt beobachtungsgemäß ca. 0,9 m u.GOK (vgl. Kap. 5.2): Unter ungünstigen Voraussetzungen (Regenperiode, Hochwasser...) ist die Geländeoberfläche der Druckspiegel.

Der mittlere Grundwasserspiegelstand (MGW) beträgt im Westen der Untersuchungsfläche ca. 384,8 m und in Osten ca. 384,0 m (ü. NN), (vgl. Abb. 2).

Der Mittlere GW-Höchststand (MHGW) wird, im Westen, mit 387 m (ü. NN) und im Osten mit 385,5 (ü. NN) abgeschätzt.

Das Druckpotential für den Abschlag von Niederschlagswässern in den gespannten GW-Leiter ist damit sehr gering. Ein Überlauf in den Vorfluter ist in Erwägung zu ziehen.

Durch den GW-Anstieg bis in bindige und plastisch reagierende Deckschichten sind Rigolen etc. durch geeignete Stützbauwerke zu sichern.

Die Emission evtl. Verunreinigungen in das Grundwasser muss beim Ausbau von Versickerungsanlagen durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden.

Die Dimensionierung der Versickerungsanlage bedarf der gesonderten Planung. Für den Bau ist eine wasserrechtliche amtliche Genehmigung erforderlich.

## 7. Kampfmittel

Auf der Untersuchungsfläche besteht kein Kampfmittelverdacht.

## **8. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen**

Die *JJ Immobilien & Projektentwicklung GmbH* beabsichtigt die Bebauung ihrer eigenen Grundstücke, Flur-Nr. 173, 174, 175, 176 und 177, in der Gemarkung und Gemeinde 84051 Essenbach. Geplant ist die Errichtung von vier Mehrfamilienhäusern und zwei Marktgebäuden zzgl. Verkehrsflächen.

Die Untersuchungsfläche liegt am östlichen Siedlungsrand von Essenbach, angrenzend an die neu ausgebaute Straubinger Straße, die den Anschluss zur „B15 Neu“ herstellt. Sie wurde bis zuletzt landwirtschaftlich als Grünland und Ackerfläche genutzt.

Die insgesamt rd. 1,923 ha große Fläche fällt zwischen den Höhenkoten 387,7 - 385,7 (NN) flach nach Südosten ein.

Zur Erkundung des Baugrundes wurden folgende Aufschlüsse hergestellt:

Am 05.09.2017 wurden elf Baggerschürfe („BS 1-11“) gegraben; jeweils rd. 4,5 m tief, bis zur GW-Oberfläche.

Benachbart zu jeder Baggerschürfe wurde eine Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) niedergebracht („DPH 1-11“); - bis in das Niveau konsolidierter Bodenschichten, bzw. bis zu einem Sonden-Eindringwiderstand von  $N_{10} \geq 30$  (Schläge / dm).

Am 10.-11. April 2018 wurde im östlichen Randbereich der Untersuchungsfläche die Aufschlussbohrung (DN 300) „RKB-1“ niedergebracht und als GW-Pegel ausgebaut; - zur Ansprache der tieferen Baugrundsichten und zur Beobachtung des Grundwassers, dessen Betonaggressivität in einer GW-Probe untersucht wurde.

### Geologie

Die Untersuchungsfläche liegt im Isartal, das durch den Abfluss eiszeitlicher Schmelzwässer erst ausgeräumt und später wieder aufgeschüttet wurde. Im Hauptstrombett wurden dabei Kiese und Sande aufgeschüttet, die sich seitlich, im Bereich angrenzender Auen und Altwässer mit Hochflutlehm verzahten.

Die Untersuchungsfläche liegt in einem zuletzt anmoorigen Bereich des Isartals.

Über dem in tertiäre Kiese, Sande und Mergel eingeschnittenen Talboden der Isar lagerten sich Kiese und Sande und darüber Hochflutlehme ab.

### Baugrundmodell

Bis zu einer Tiefe von rd. 4 m (u. GOK) besteht der Baugrund aus schluffigen Lehmen (UL / UM / TM) mit überwiegend weicher bis max. halbfester Konsistenz, die bei Zutritt von Wasser und auf dynamische Belastungen sehr empfindlich reagieren.

Die Plastizität der Lehme nimmt im Bodenabschnitt des kapillaren GW-Aufstiegs, - von 2,5 - ca. 4,0 m (u.GOK), bis zur Oberfläche der liegenden Quartärkiese, zu.

Die Quartärkiese wurden an der Abgrabungssohle der Baggerschürfen nur rd. 0,2 m tief, - in der Fazis sandiger Kiese und von Kies-Ton-Gemischen, aufgeschlossen (vgl. Anl. 2). Im Profil der Aufschlussbohrung „RKB-1“ stehen quartäre Kiese und Sande bis 10,3 m (u. GOK) an.

Beobachtungsgemäß entspricht die Zusammensetzung der Quartärkiese allen Übergängen von eng gestuften, rolligen Kiesen zu stark sandigen, schluffigen Kiesen und Sanden (GE / GW / GI).

Ihre Lagerungsdichte ist von ca. 4 – 6,5 m (u.GOK) locker und nimmt nach unten deutlich zu, wo sie, bis ca. 10 m u. GOK, einen hinreichend tiefgründigen und belastbaren Baugrund bilden.

### Hydrogeologie

Die gesättigte Zone des Oberen (quartären) GW-Leiters besteht aus gut durchlässigen Kies- und Sandschichten, in denen das Grundwasser unter Hochflutlehm gespannt ansteht.

Der „Mittlere GW-Spiegel“ liegt im Nordwesten der Untersuchungsfläche bei 385,0 m und im Südosten bei 284,0 m (ü. NN); jeweils rd. 2,3 m u. GOK. Die Grundwasserfließrichtung ist mit 120° nach Südosten gerichtet.

Der Mittlere GW-Höchststand (MHGW) wird, im Westen, mit 387 m (ü. NN) und im Osten mit 385,5 (ü. NN) abgeschätzt und der Bemessungswasserstand (= freier hydraulischer Druckspiegel) in der Höhe der Geländeoberfläche veranschlagt.

Unter der Talsohle der Isar befindet sich das 2. (tertiäre) GW-Stockwerk. In der bindigen Trennlage der GW-Stockwerke bewirken lokale Fensterstrukturen einen hydraulischen Druckausgleich.

### Gründungsempfehlung

Die Decklehme sind für die Lastenabtragung ungeeignet. Für Verkehrsflächen sollte die Option einer qualifizierten Bodenverbesserung mit Bindemittel geprüft werden. Alternativ / zusätzlich kann auch die Bewehrung des Baugrundes durch zugsteife Geogitter etc. geprüft werden.

Zur Konzeption empfiehlt sich die Anlage eines Versuchsfeldes.

Für den Unterbau der Verkehrsflächen gilt die Anforderung:  $E_{v2}$ -Wert  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$ . Die Überprüfung erfolgt mit statischen Lastplattendruckversuchen.

Wo erhöhte Punktlasten abgetragen werden, müssen die Lehme und locker gelagerten Quartärkiese bis in konsolidierte Schichten mit einer Pfahlgründung durchfahren werden.

Die ca. 6,5 - 10 m (u. GOK) anstehenden Quartärkiese und –sande entsprechen diesen Voraussetzungen.

#### Baugrube

Die bis ca. 4 m u. GOK anstehenden Lehme reagieren auf mechanisch Einwirkung und Wasserzutritt sehr empfindlich. Der Einbau der Tragschicht erfolgt empfehlungsgemäß „über Kopf“.

Böschungen und Böschungskanten sind gegen mechanische Einwirkung und Wasserzutritt durch einen Verbau, Folien und Bretter etc. oder durch die Abflachung der Böschungen zu sichern. Die angemessenen Sicherungs- und Präventivmaßnahmen sind vorab nicht vorhersehbar und müssen situationsgerecht bemessen werden.

#### Baugrundmodell

Die technische Erkundung des Baugrundes erfolgte durch punktuelle Aufschlüsse und deren Interpolation in die Fläche, für deren Richtigkeit Vorbehalte gelten müssen.

Bei der Durchführung der Erd- und Tiefbauarbeiten sollte das Baugrundmodell durch fortgesetzte Beobachtungen den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden.

#### Allgemein

Nach DIN 4149 ist das Bauareal der Erdbebenzone 0 zuzuordnen.

Landshut, den 22.08.2018

Dr. Amann + Partner

Geologisches Büro für Umwelt & Technologie



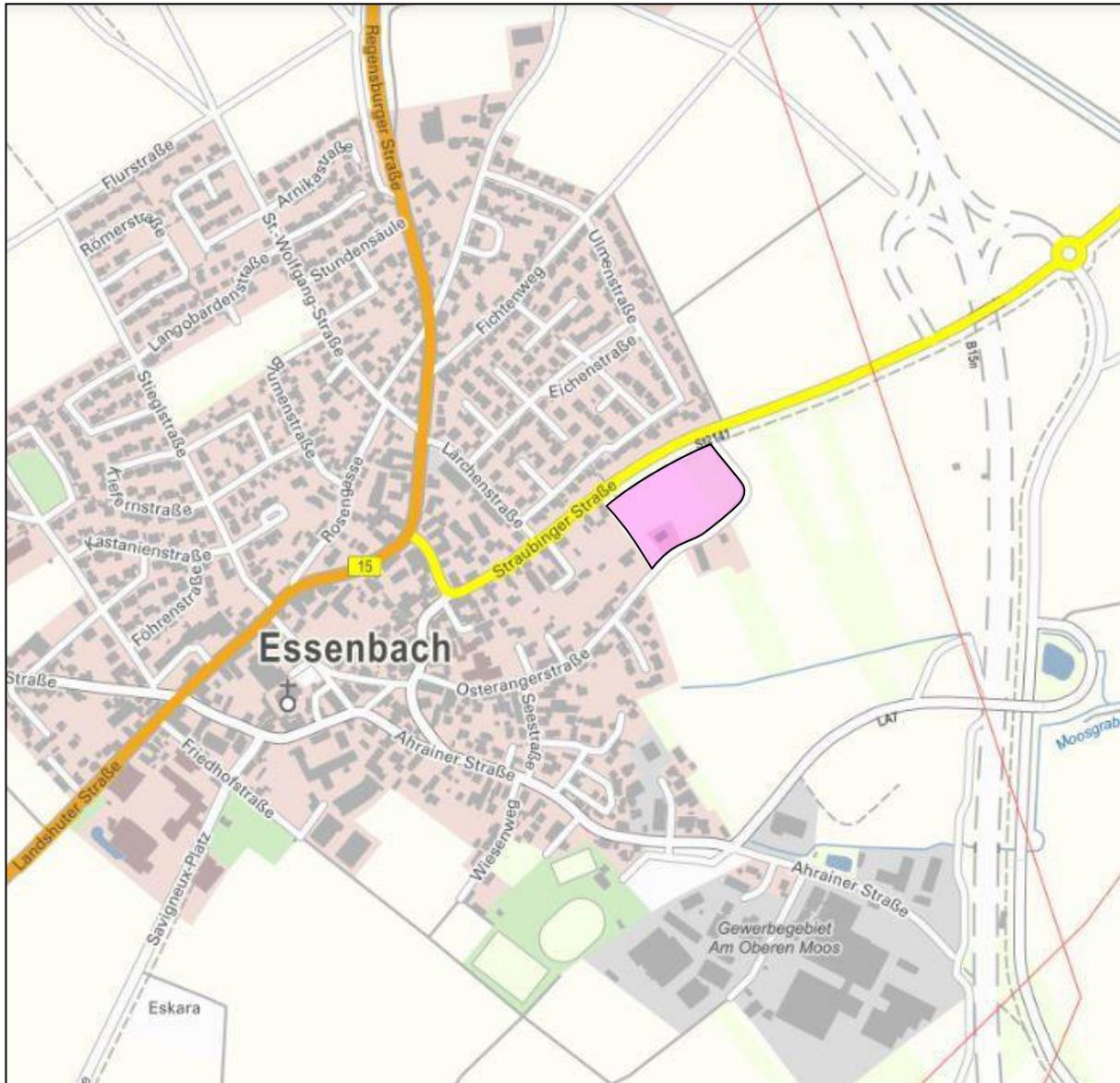
Dipl.-Geol. Dr. Hubert Amann

## **ANLAGEN**

1. Planunterlagen
  - 1.1 Übersichtsplan
  - 1.2 Lageplan, Bodenaufschlüsse
  
2. Bodenaufschlüsse
  - 2.1 Baggerschürfe: Aufschlussprofile + Legende
  - 2.2 Profilschnitte: BS + DPH (entsprechend Abb1.)
  - 2.3 Aufschlussbohrung: RKB-1
  
3. Analyseprotokoll
  - 3.1 Betonaggressivität

**Anlage 1**

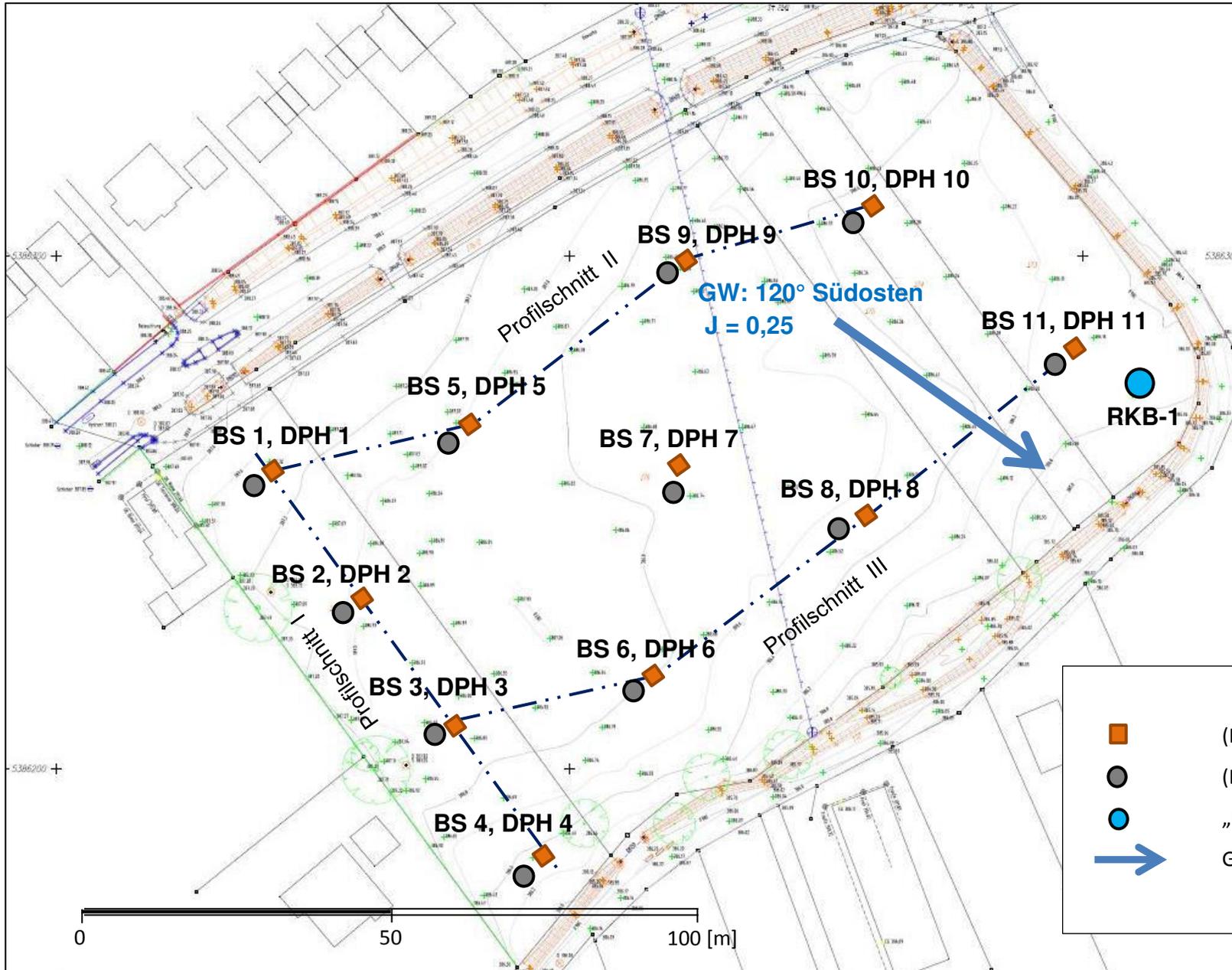
BV. Essenbach, Straubinger Straße  
Baugrunduntersuchung (DIN 4020)



Übersichtsplan

 Untersuchungsfläche

**Anlage 1.1**



Anlage 1.2

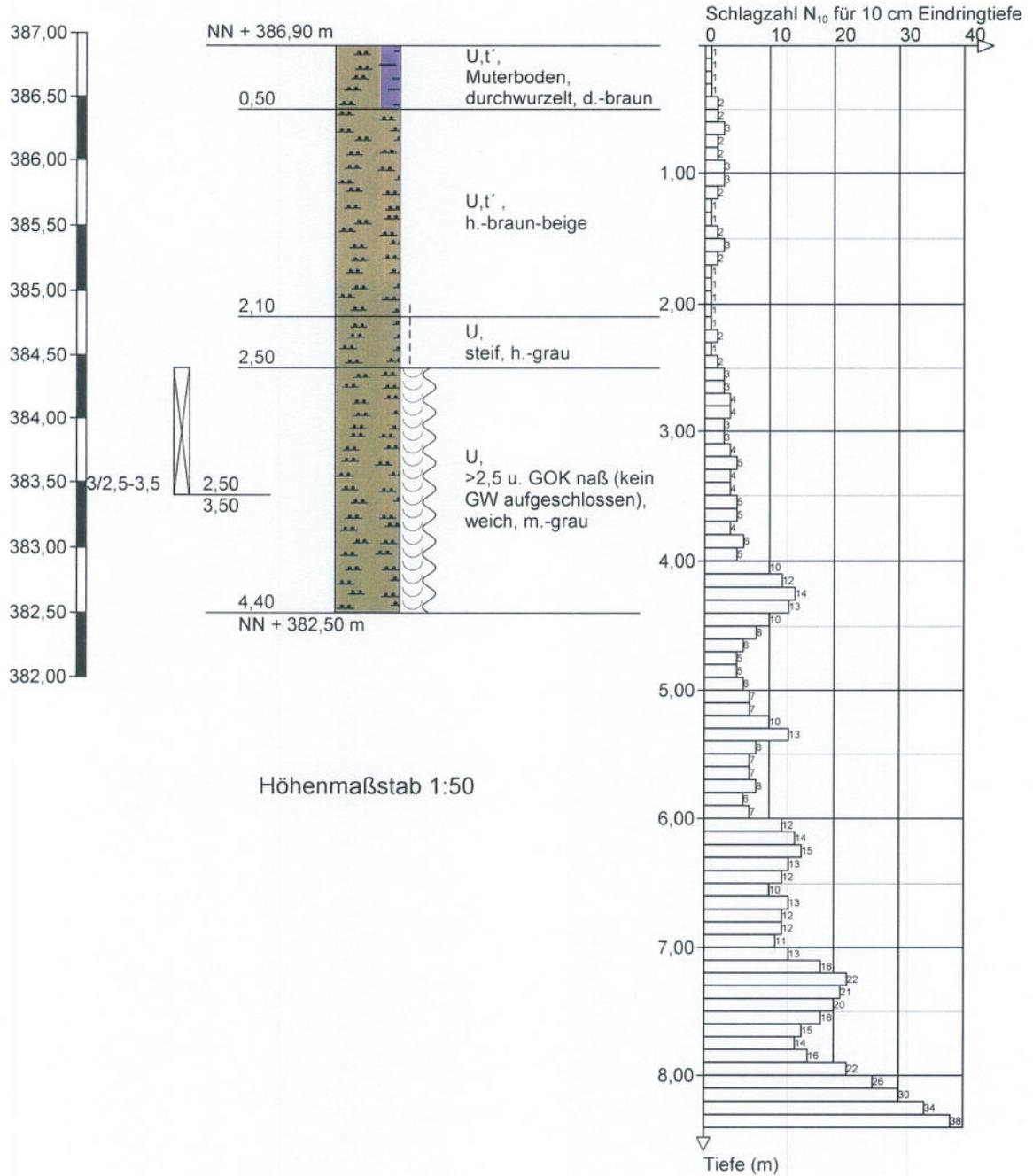
| LEGENDE   |                          |
|---|--------------------------|
|  | (BS) Bagerschürfe        |
|  | (DPH) Schwere Rammsonde  |
|  | „RKB-1“, GW-Messstelle „ |
|  | GW - Fließrichtung       |

**Anlage 2**

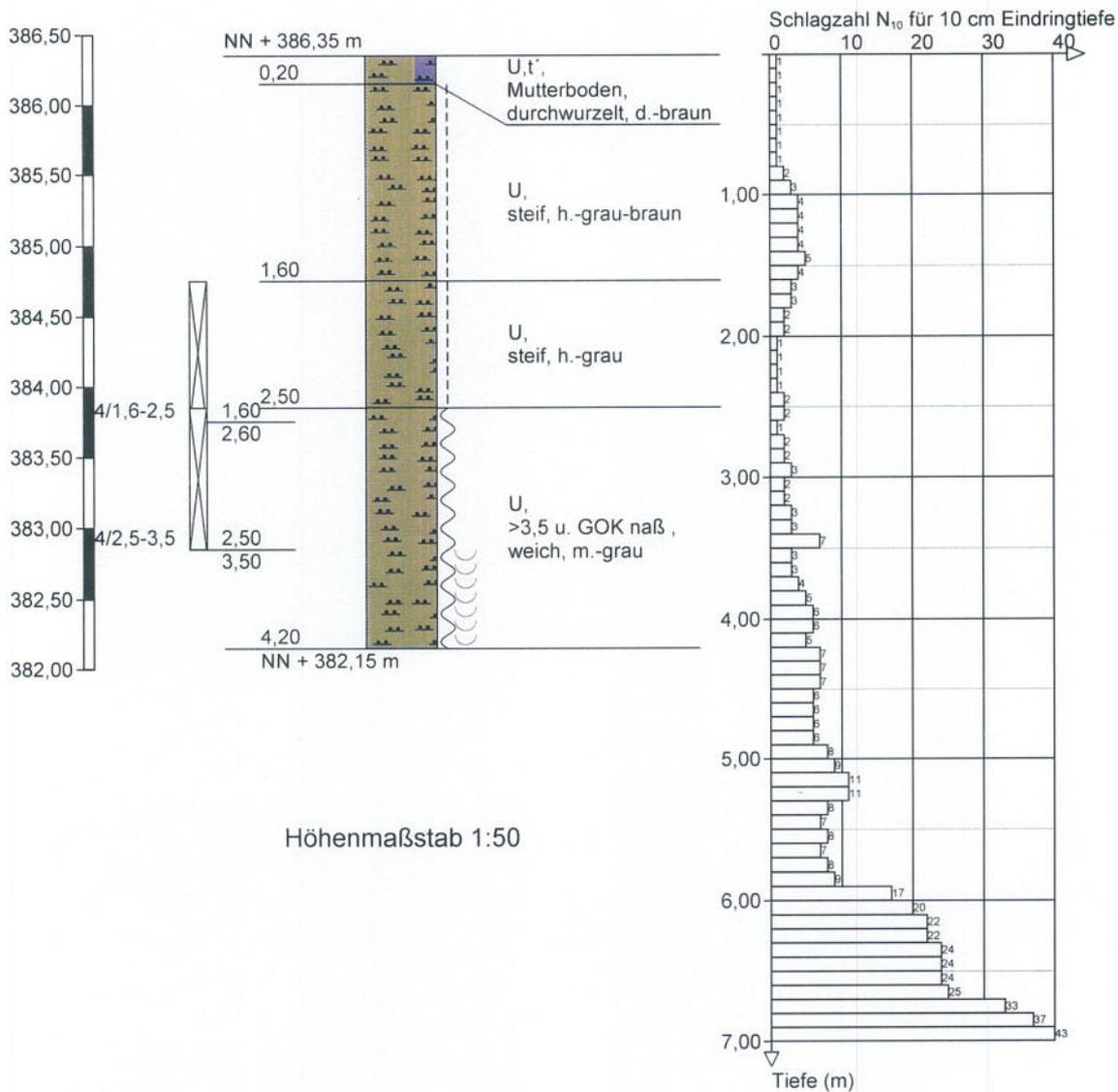




BS3 + DPH3

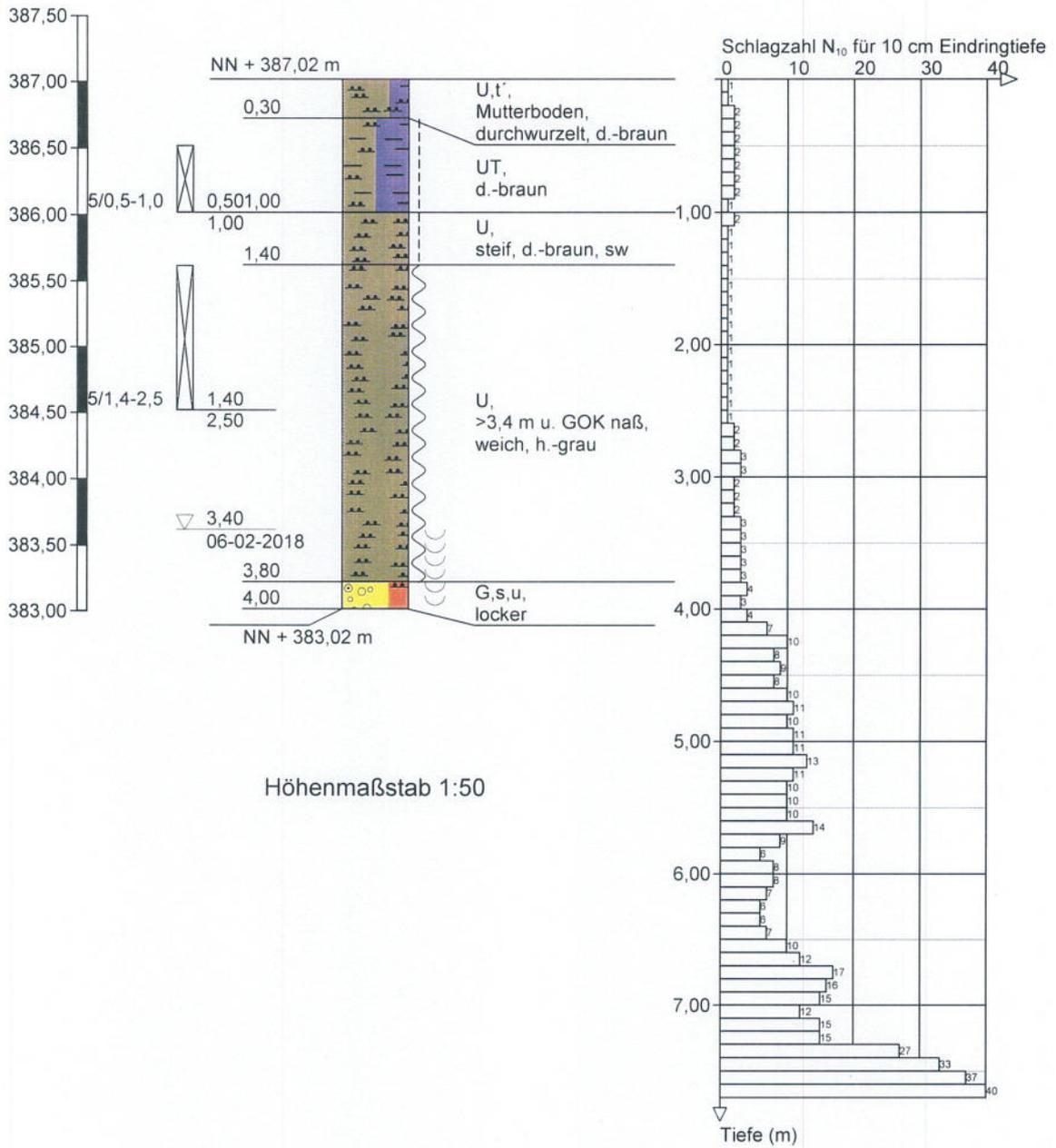


BS4 + DPH4



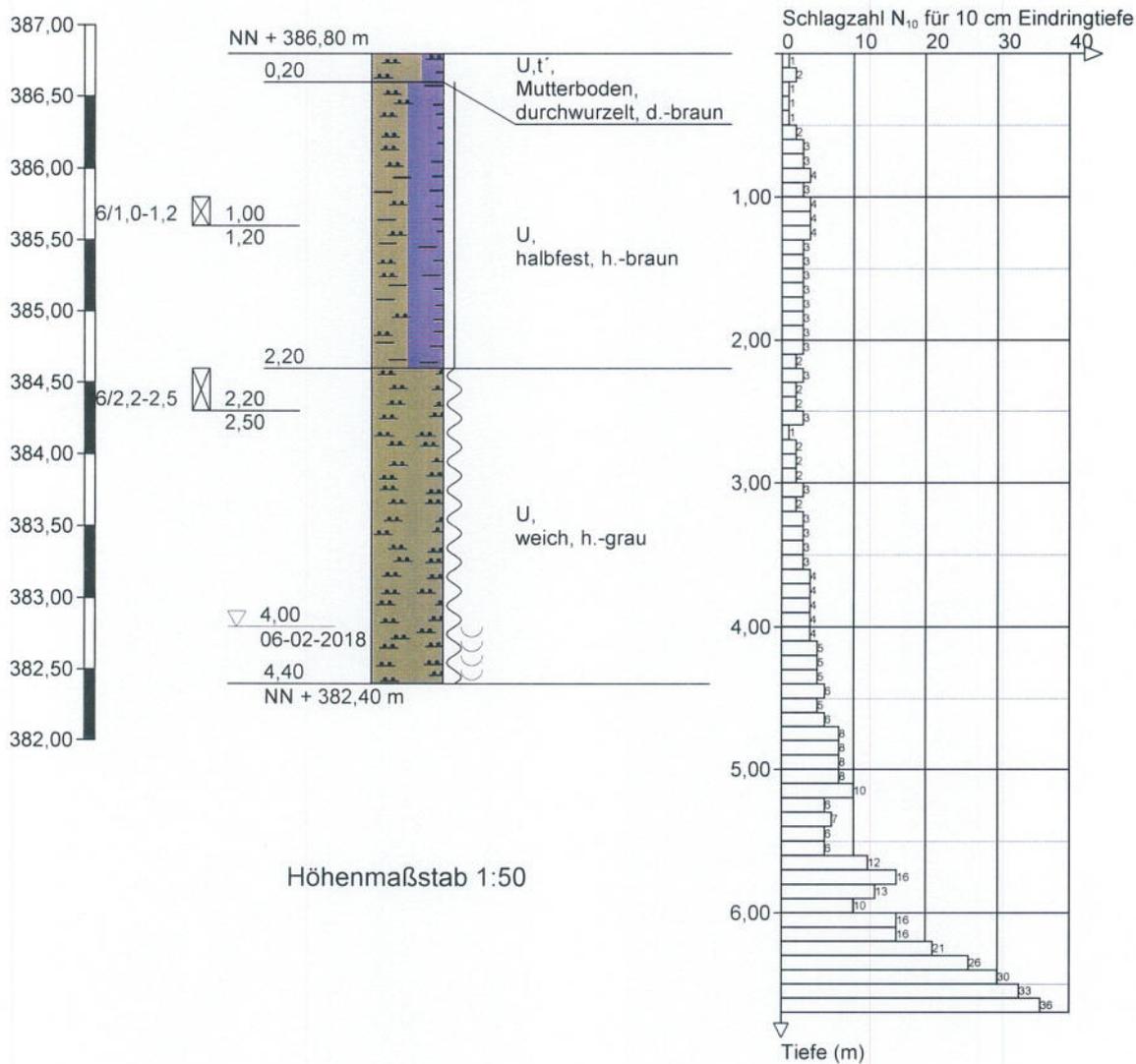
Höhenmaßstab 1:50

BS5 + DPH5



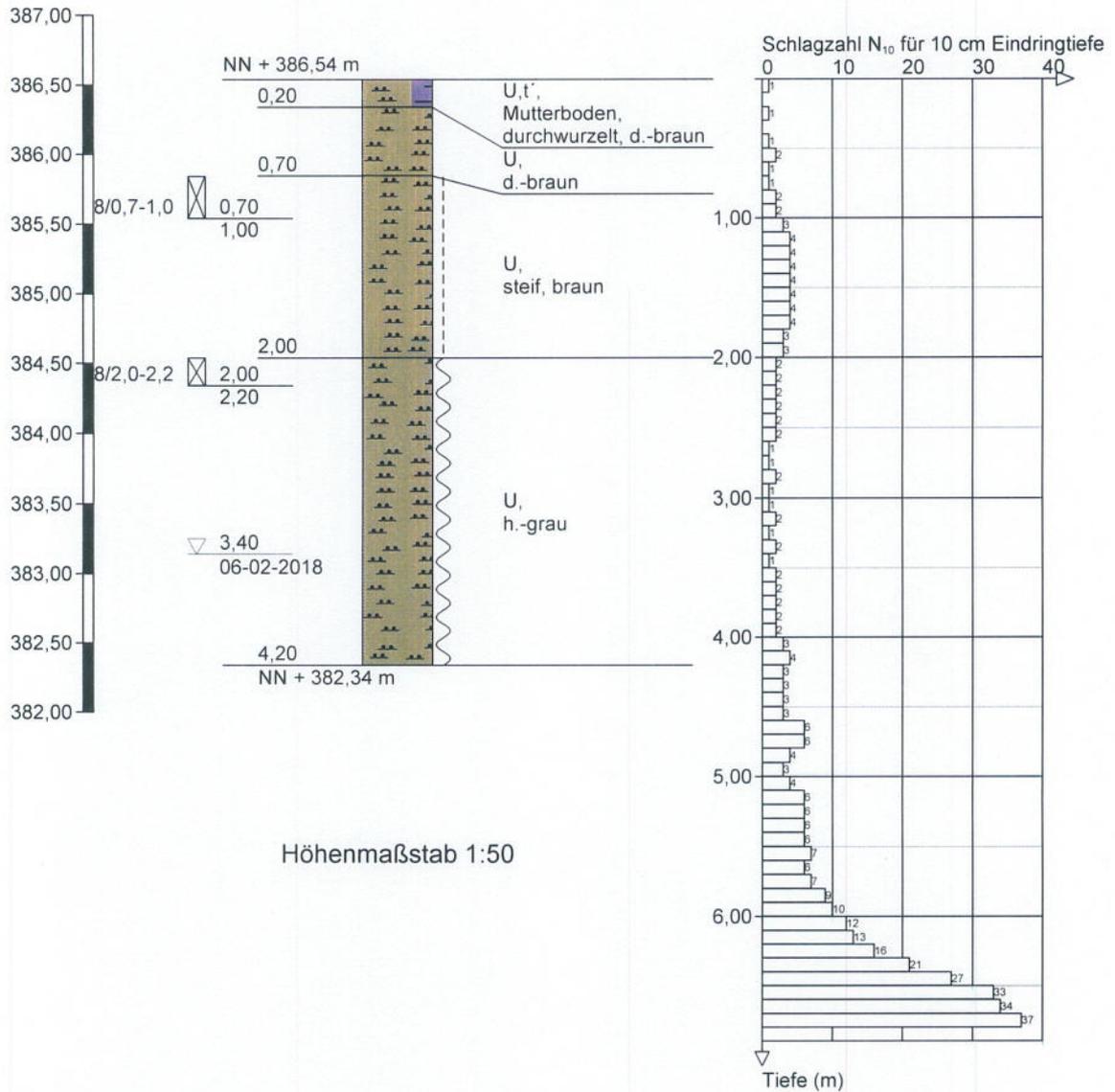


BS6 + DPH6



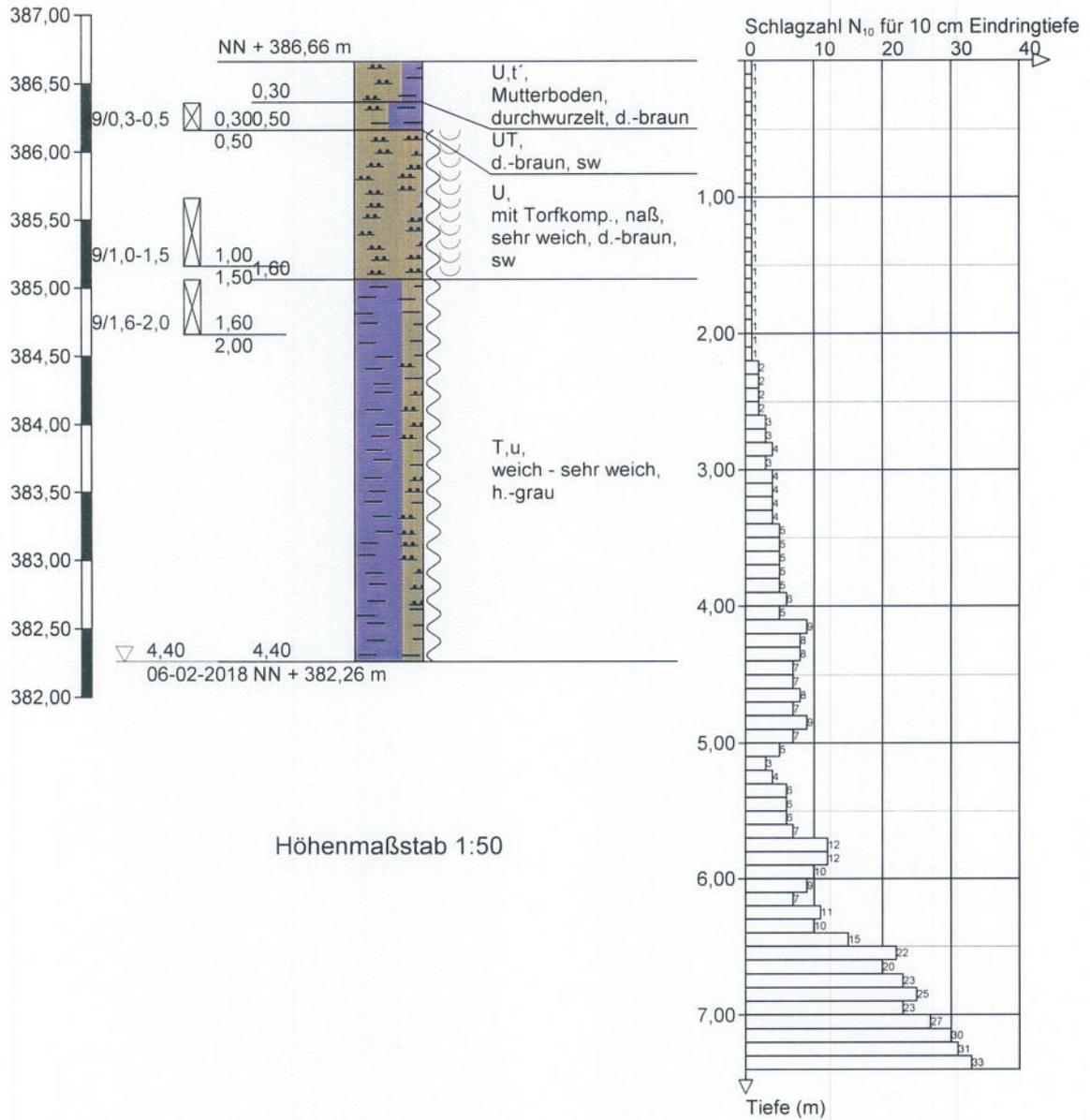


BS8 + DPH8



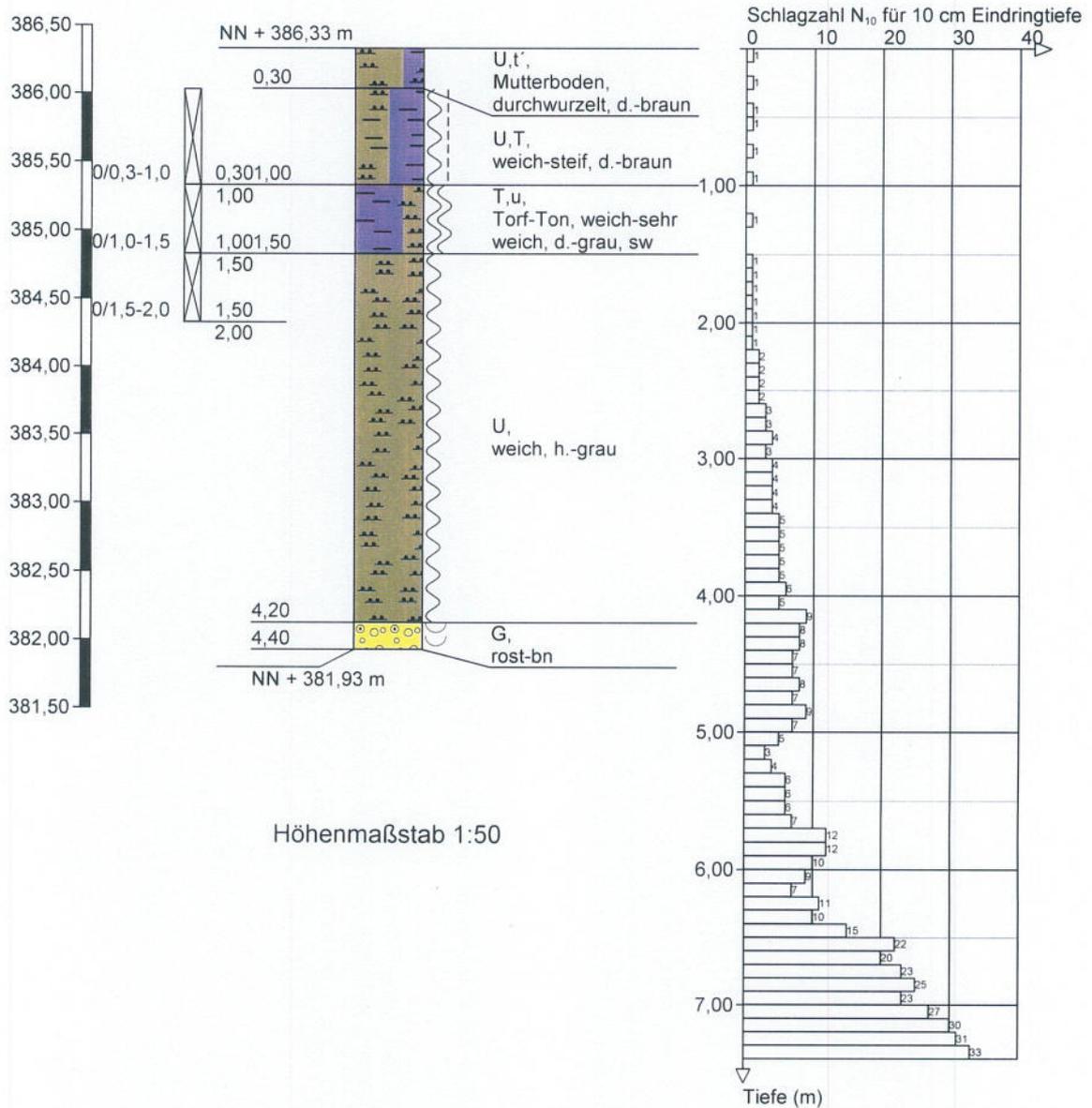
Höhenmaßstab 1:50

BS9 + DPH9

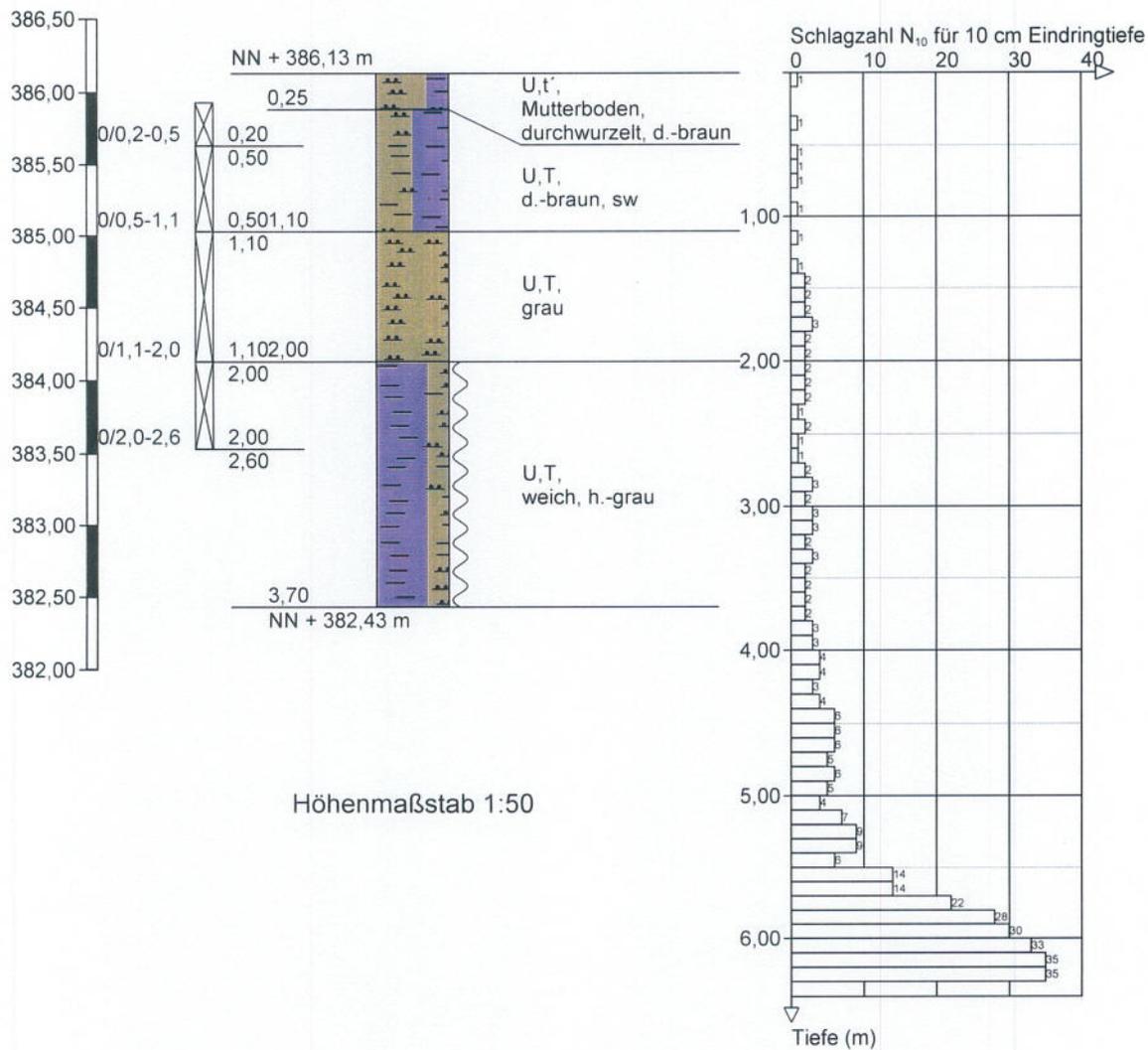




BS10+ DPH10



BS11+ DPH11





Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Ton, T, tonig, t



Quarzit, Q



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluff, U, schluffig, u

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)



Betonbruch, Bt, mit Betonbruch, bt

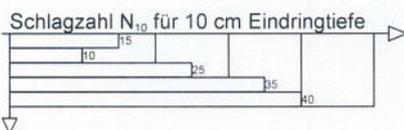
Korngrößenbereich

f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Tiefe (m)

Sonstige Zeichen



naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Proben

- A1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe
- C1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

- B1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe
- W1 1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Grundwasser

1,00 Grundwasser am 14. Mrz. 2018 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

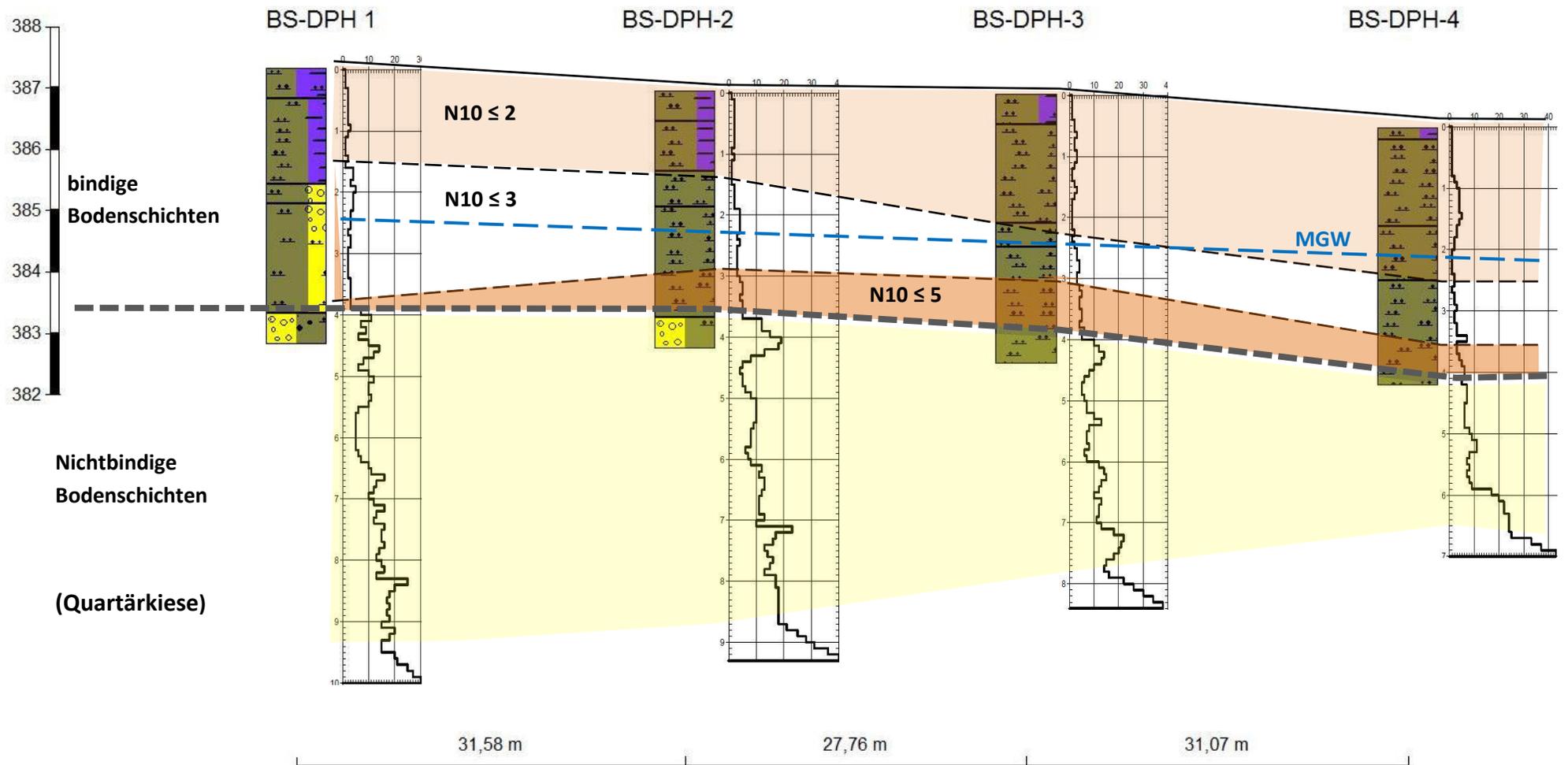
1,00 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 14. Mrz. 2018

1,00 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 14. Mrz. 2018

1,00 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

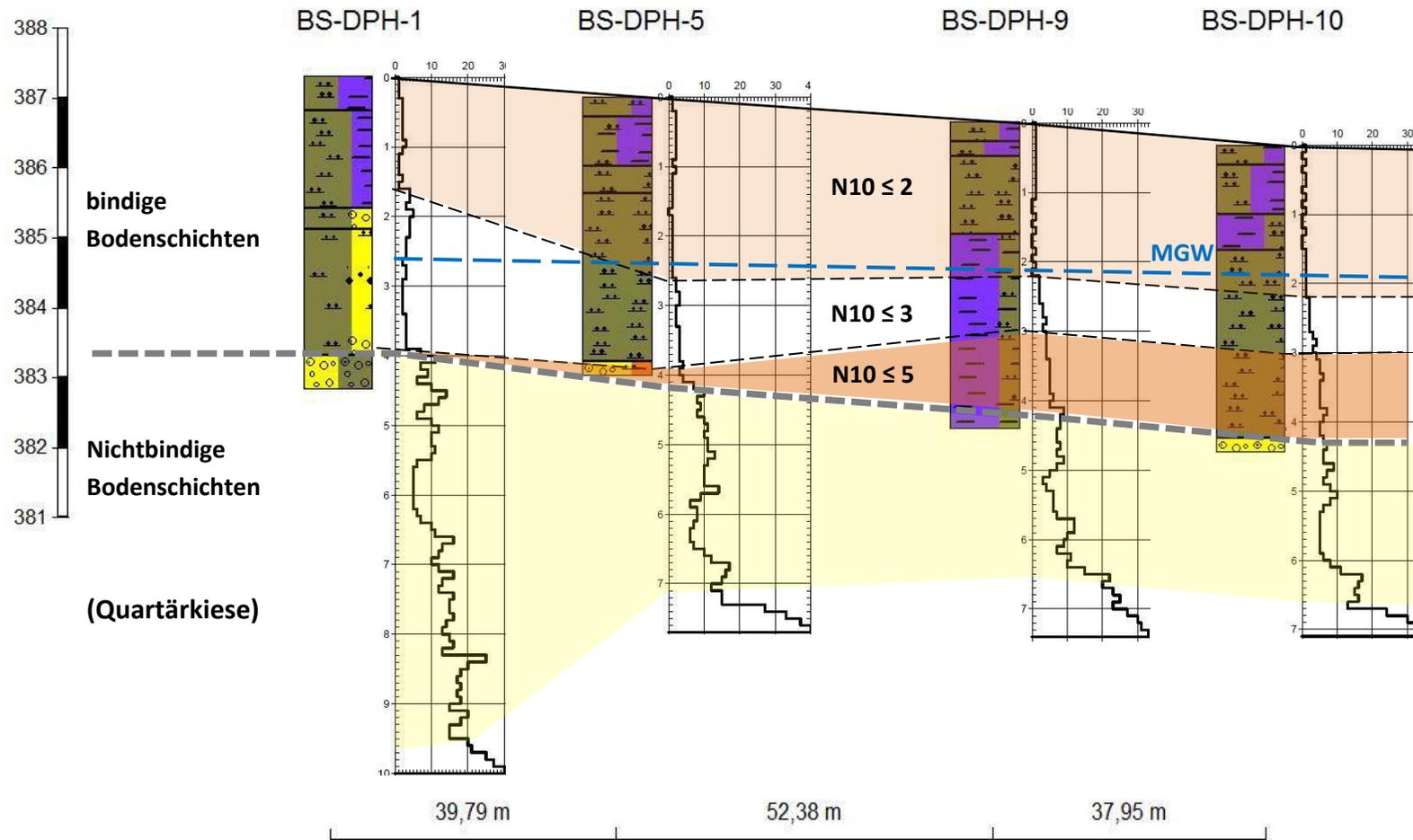
# Profilschnitt 1



Anl.2.2.1

... zur Interpretation der DPH-Schlagzahlen vgl. Tabelle 2

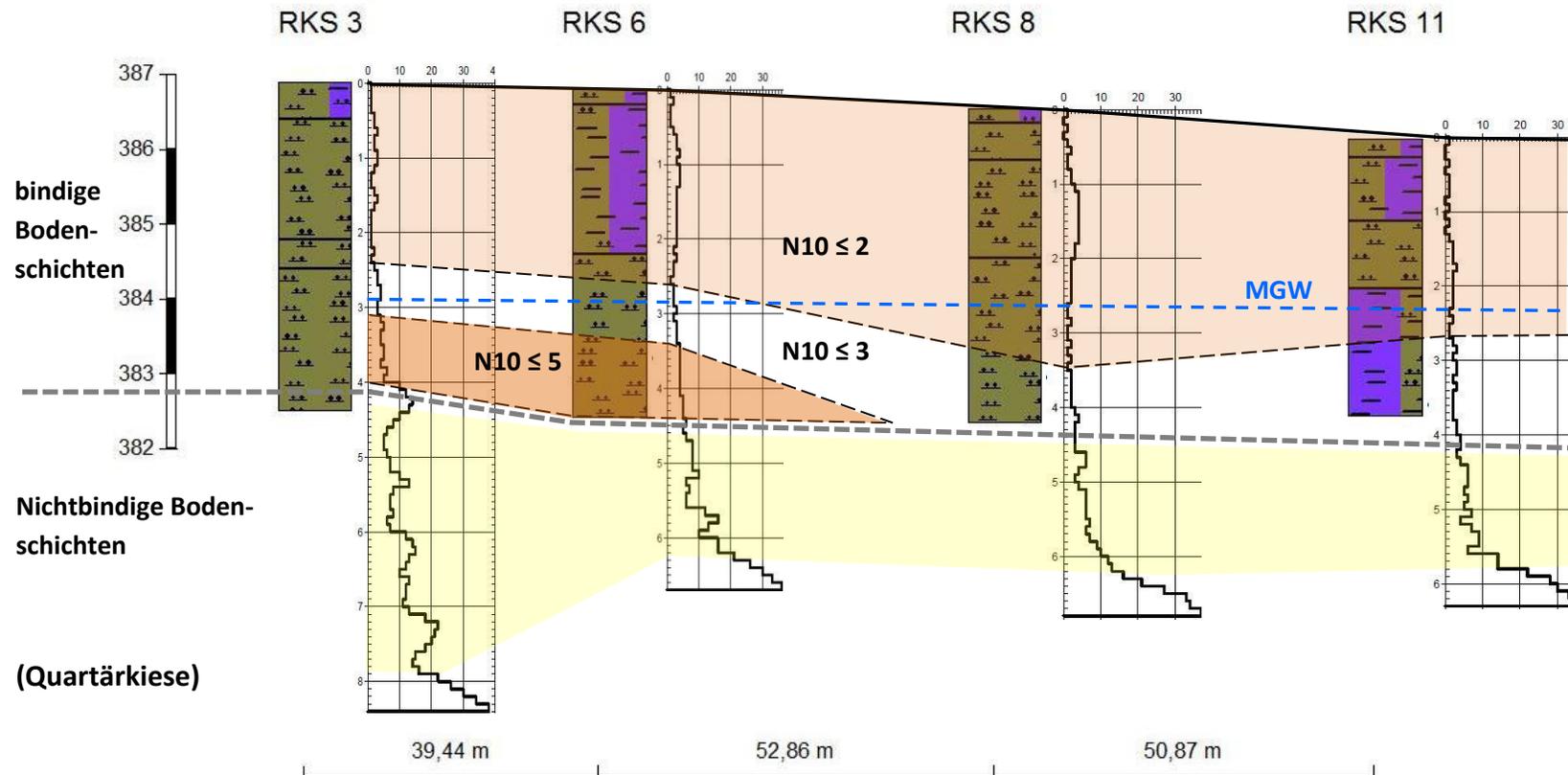
## Profilschnitt 2



... zur Interpretation der DPH-Schlagzahlen vgl. Tabelle 2

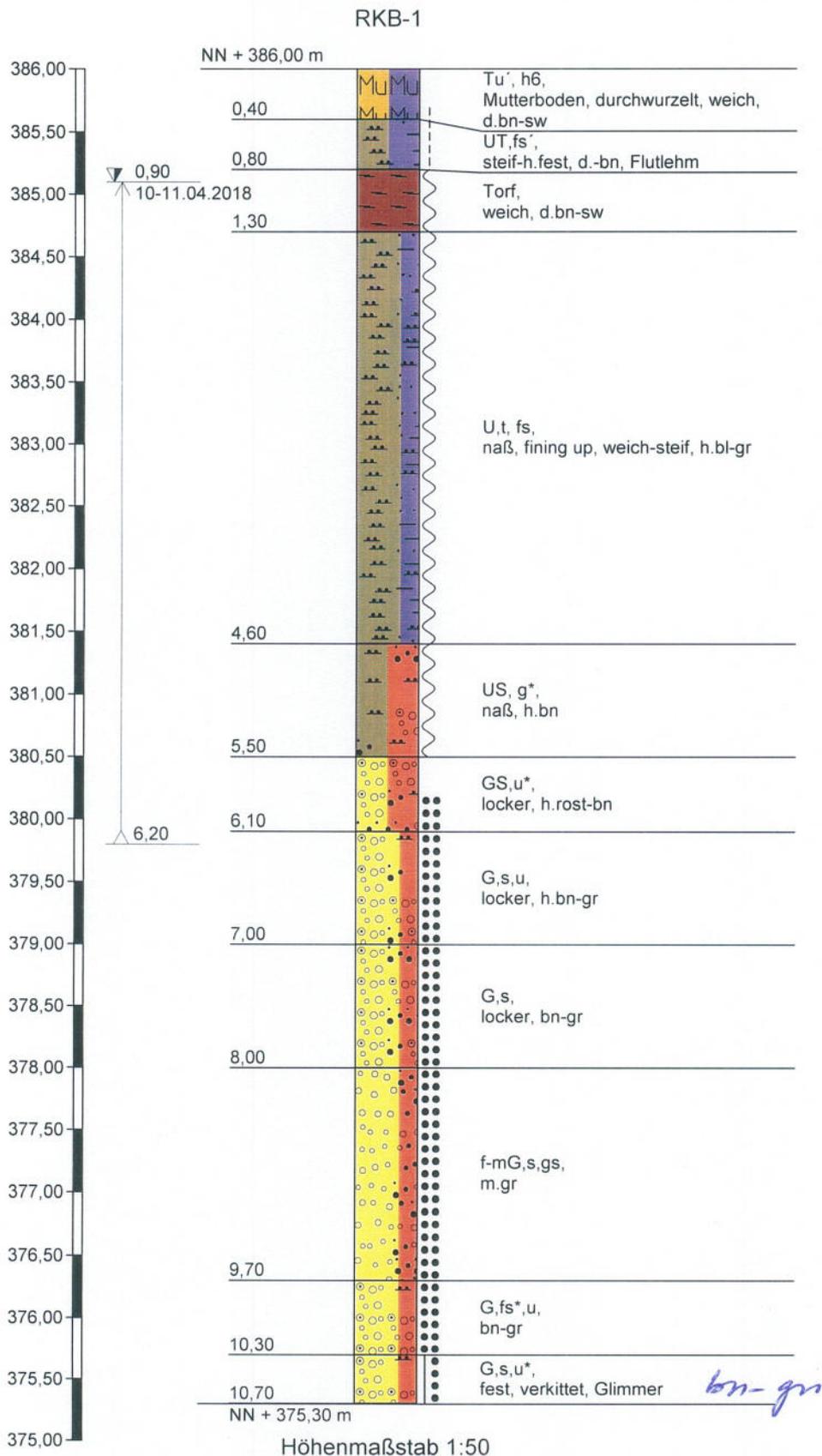
**Anl. 2.2.2**

### Profilschnitt 3



... zur Interpretation der DPH-Schlagzahlen vgl. Tabelle 2

Anl. 2.2.3



**Anlage 3**

# GRUNDWASSER PROBENAHEME - PROTOKOLL

**Dr. Amann**

**+ Partner**

Geologisches Büro für  
Umwelt & Technologie



Projekt: Essenb. Straubinger St.

AG: 77anka

Anlass der Probenahme: Beweisicherung

**Örtlichkeit**

Entnahmestelle: Bezeichnung - Lkr - Gmkg. - Gde. - Flur-Nr.

Essenbach 173

Rechtswert / Hochwert (GKK)

GOK (m NN):

**Messstelle**

Bezeichnung: GWM-1

Art: 5" - 460/4m

Filterstrecke (m u. ROK):

von: 5,4 bis: 10,4

Ausbau: PVC Pegelkopf: Seba Durchmesser: 125 (mm)

ROK (m ü. GOK / m ü NN) 0,4 Tiefe u. ROK 10,4 (m)

Vorhandene Unterlagen:  Lageplan  Schichtverzeichnis  Ausbauplan

**Ruhwasserspiegel**

u. ROK (m) 0,2 → 1,3 u. GOK (m) 0,9 NN (m) 385,1

**Probenahme**

Art der Probenahme: Tuchprobe Probenehmer: H. Amann

Probenbezeichnung: 18/102 Entnahmetiefe u. ROK ~ 3 (m)

Probenahmegerät: Grundfos SQ 2-70 / Boosterpumpe / LOWARA BGM 3/A Steigleitung: PVC Ø 20

Uhrzeit: von: 11:00 bis: 11:30 Förderdauer: 30 (min):

max. Fördermenge: 50/30s = 1,7 (l/s), Fördervolumen gesamt 300 (l):

**Vorort-Analyse**

Witterung: Klar Außentemperatur:

**Absenkung des GW bei der Probenahme (m):**

| Uhrzeit      | Temp. (°C)  | pH-Wert    | el. LF µS/cm | O <sub>2</sub> (mg/l) | GW (m u. ROK) | Absenk'g (m) | Färbung   | Trübung   | Geruch | Bodensatz |
|--------------|-------------|------------|--------------|-----------------------|---------------|--------------|-----------|-----------|--------|-----------|
| <u>11:09</u> | <u>12,0</u> | <u>7,7</u> |              |                       | <u>1,30</u>   |              | <u>bn</u> | <u>++</u> |        | <u>-</u>  |
| <u>11:24</u> |             |            | <u>48</u>    | <u>0,0</u>            |               |              |           |           |        |           |
| <u>11:29</u> |             |            |              |                       |               |              |           |           |        |           |
| <u>11:34</u> | <u>12,2</u> |            |              |                       | <u>1,205</u>  | <u>?</u>     |           | <u>+</u>  |        |           |

**Probenbehandlung / Probenbehälter / Transport**

Filtration (Membranfilter, 40 µm)<sup>1</sup>  ja,  nein

Probengefäße:<sup>2</sup> 2 x 0,5 l

Lagerung:  gekühlt  ungekühlt:  dunkel Dauer: ohne

Probentransport:  gekühlt  ungekühlt:  dunkel Datum: 11.4.18

Bemerkungen:

(Zustand, Veränderungen der Messstelle, Ablagerungen von Fremdmaterial...)

Ort, Datum: Essenbach 11.4.18

für die Richtigkeit der Angaben:

Unterschrift, Probennehmer

<sup>1</sup>) zur Schwermetallanalyse

<sup>2</sup>) vgl. Anlage "Flaschensatz"

**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOL. BÜRO DR. AMANN + PARTNER  
 LENAUWEG 18  
 84036 LANDSHUT

Datum 13.04.2018

Kundennr. 27036551

## PRÜFBERICHT 2751237 - 800201

Auftrag **2751237 BV: Essenb.**  
 Analysenr. **800201 Wasser**  
 Probeneingang **11.04.2018**  
 Probenahme **11.04.2018**  
 Probenehmer **Dr. H. Amann**  
 Kunden-Probenbezeichnung **18/102**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

### Sensorische Prüfungen

|                 |  |                      |  |  |                       |
|-----------------|--|----------------------|--|--|-----------------------|
| Färbung (Labor) |  | <b>farblos</b>       |  |  | DIN EN ISO 7887 (C 1) |
| Trübung (Labor) |  | <b>stark getrübt</b> |  |  | visuell               |
| Geruch (Labor)  |  | <b>ohne</b>          |  |  | DEV B1/2              |

### Physikalische Parameter

|                                 |       |            |    |  |                        |
|---------------------------------|-------|------------|----|--|------------------------|
| pH-Wert (Labor)                 |       | <b>7,7</b> | 0  |  | DIN EN ISO 10523 (C 5) |
| Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor) | µS/cm | <b>797</b> | 10 |  | DIN EN 27888 (C 8)     |
| Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor) | µS/cm | <b>889</b> | 10 |  | DIN EN 27888 (C 8)     |

### Kationen

|                             |      |             |      |  |                           |
|-----------------------------|------|-------------|------|--|---------------------------|
| Ammonium (NH <sub>4</sub> ) | mg/l | <b>0,12</b> | 0,03 |  | DIN ISO 15923-1 (D 49)    |
| Calcium (Ca)                | mg/l | <b>100</b>  | 1    |  | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |
| Magnesium (Mg)              | mg/l | <b>38</b>   | 1    |  | DIN EN ISO 17294-2 (E 29) |

### Anionen

|  |        |                 |      |  |                        |
|--|--------|-----------------|------|--|------------------------|
| Chlorid (Cl)                                 | mg/l   | <b>43</b>       | 1    |  | DIN ISO 15923-1 (D 49) |
| Nitrat (NO <sub>3</sub> )                    | mg/l   | <b>21</b>       | 1    |  | DIN ISO 15923-1 (D 49) |
| Sulfat (SO <sub>4</sub> )                    | mg/l   | <b>40</b>       | 2    |  | DIN ISO 15923-1 (D 49) |
| Sulfid leicht freisetzbar                    | mg/l   | <b>&lt;0,05</b> | 0,05 |  | DIN 38405-27 (D 27)    |
| Säurekapazität bis pH 4,3                    | mmol/l | <b>6,48</b>     | 0,1  |  | DIN 38409-7-1 (H 7-1)  |
| Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V. | mmol/l | <b>6,00</b>     | 0,1  |  | DIN 38409-7-1 (H 7-1)  |

### Summarische Parameter

|  |      |            |      |  |                       |
|--|------|------------|------|--|-----------------------|
| Oxidierbarkeit (KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch)  | mg/l | <b>4,2</b> | 0,5  |  | DIN EN ISO 8467 (H 5) |
| KMnO <sub>4</sub> -Index (als O <sub>2</sub> ) | mg/l | <b>1,1</b> | 0,13 |  | DIN EN ISO 8467 (H 5) |

### Berechnete Werte

|  |          |                         |      |  |            |
|--|----------|-------------------------|------|--|------------|
| Carbonathärte                                | °dH      | <b>18,1</b>             | 0,3  |  | Berechnung |
| Carbonathärte                                | mg/l CaO | <b>181</b>              |      |  | Berechnung |
| Nichtcarbonathärte                           | °dH      | <b>4,6</b>              | 0    |  | Berechnung |
| Nichtcarbonathärte                           | mg/l CaO | <b>45,9</b>             | 0    |  | Berechnung |
| Gesamthärte                                  | °dH      | <b>22,7</b>             | 1    |  | Berechnung |
| Gesamthärte                                  | mg/l CaO | <b>227</b>              |      |  | Berechnung |
| Kalkl. Kohlensäure                           | mg/l     | <b>&lt;1</b>            | 1    |  | DIN 4030   |
| Gesamthärte (Summe Erdalkalien)              | mmol/l   | <b>4,06</b>             | 0,18 |  | Berechnung |
| Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) * |          | <b>nicht angreifend</b> |      |  | DIN 4030-1 |

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

# AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de



Datum 13.04.2018  
Kundennr. 27036551

## PRÜFBERICHT 2751237 - 800201

Beginn der Prüfungen: 11.04.2018  
Ende der Prüfungen: 13.04.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntes Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lietz', is centered on the page.

**AGROLAB Labor GmbH, Katharina Lietz, Tel. 08765/93996-84**  
**Fax 08765/93996-28, E-Mail Katharina.Lietz@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnet.

