

# HYDROSOND

Geologisches Büro  
Bernhard Krauthausen

- **Hydrogeologie**  
Wassererschließung  
Grundwassermodellierung  
Schutzzonenausweisung
- **Ingenieurgeologie**  
Baugrund - Gründungsberatung  
Bohrtechnik - Brunnenbau
- **Umweltgeologie**  
Altlasten - Deponien  
Sanierungen – Rückbau  
Geothermie  
Regenwasserversickerung

[Hydrosond Winnipeg Ave. B112 77836 Rheinmünster](#)

Architekturbüro Müller+Huber  
z.Hd. Herrn Braun  
Reiffeisenstraße 9  
Haus der Ingenieure

**77704 Oberkirch**

## **BV. Wohnen im Erlenbadpark, Sasbach**

### **Geotechnisches Gutachten**

Auftrags-Nr. : 19113  
Datum : 25.08.2019  
Verteiler : 1 x Architekturbüro Müller+Huber, Oberkirch

**Büro Baden-Airpark**  
Winnipeg Ave. B112  
77836 Rheinmünster  
Tel. 07229 / 697333  
Fax 07229 / 697309

**Büro Berg / Pfalz**  
Ludwigstraße 1  
76768 Berg/Pfalz  
Tel. 07273 / 4106  
Fax 07273 / 1332

**Bankverbindung:**  
Sparkasse GER-Kandel  
IBAN: DE50 5485 1440 0001 0091 90  
BIC: MALADE51KAD  
mail@hydrosond.de

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1. Veranlassung
2. Durchgeführte Untersuchungen
3. Geplantes Bauwerk
4. Baugrund
5. Grundwasser
6. Bodenmechanische Kennwerte
7. Bodendurchlässigkeit
8. Erdbeben
10. Folgerungen für die Gründung
11. Baugrube, Untergeschoss, Verkehrsflächen
12. Hinweise für die Bauausführung

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anl. 1: Lageplan
- Anl. 1-1: OK Sandschicht in mNN
- Anl. 1-2: OK Kiesschicht (Verwitterungsbereich) in mNN
- Anl. 2: Bohrprofile der Bohrungen
- Anl. 3: Protokolle der Rammsondierungen
- Anl. 4: Laborergebnisse Bodenmechanik

## 1. Veranlassung

Das Architekturbüro Müller + Huber, Oberkirch, plant für die Badische Wohnbau Neuwindeck GmbH in Sasbach eine Wohnanlage „Wohnen im Erlenbadpark“.

Das Geologische Büro HYDROSOND, 77836 Rheinmünster, wurde mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung für das Bauvorhaben beauftragt.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Aufschlüsse

Die Erkundung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse erfolgte durch 12 Rammkernbohrungen (Bk), die im Bereich des Baufensters abgeteuft wurden. Die Erkundungstiefe der Bohrungen lag i.M. bei rd. 5,0 m unter Geländeoberkante (m u. GOK); die Bohrung BK 1 wurde bis in eine Tiefe von ca. 5,6 m u. GOK abgeteuft.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der angetroffenen, rolligen Bodenschichten wurden zusätzlich 2 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde bis in eine Tiefe von 6,0 m u. GOK durchgeführt.

Die Bohrungen wurden geotechnisch aufgenommen und in Anlehnung an DIN 4022 und DIN 4023 beschrieben und als Profile dargestellt (Anl. 2).

Die Ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen und können der Anlage 1 entnommen werden.

### 2.2 Beprobung

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden mehrere Bodenproben entnommen, die in unserem Labor geotechnisch untersucht wurden.

*Tab. 1: Zusammenstellung der entnommenen und geotechnisch untersuchten Bodenproben*

Bohrungen	Entnahmetiefe [m]	Proben	Bodenart			
				Wassergehalt	Zustandsgrenze	Kornverteilung
Bk 1	1,0 – 3,5	1.1	Schluff	x	x	x
Bk 1	3,5 – 4,4	1.2	Sand	-	-	x
Bk 1	4,4 – 5,6	1.3	Kies	-	-	x

*x = Probe untersucht, – = Probe nicht untersucht*

Aus den angetroffenen Auffüllungen (Bk 5, Bk 7, Bk 8, Bk 10, Bk 11 und Bk 12) wurde eine Mischprobe MP 1 gebildet, die als Rückstellprobe zurückgestellt wurde.

### 3. Geplantes Bauwerk

Das Bebauungsfenster befindet sich in Sasbach, unmittelbar nordwestlich der Erlenbadstraße, auf dem Gelände des Pflegeheims „Erlenbad“. Das Bebauungsareal befindet sich in Hanglage mit einer südöstlichen Neigung. Die derzeitige Geländeoberfläche des Baufensters liegt in etwa zwischen 161,5 mNN im Nordwesten und bei rd. 157,0 im Südosten. Das Gelände ist frei von Bebauung und wird als Parkanlage genutzt.

Die geplante Bebauung umfasst fünf Wohngebäude, die vollständig unterkellert werden bzw. eine Tiefgarage erhalten. Im Innenhof des Areals soll die vorhandene Parkanlage erhalten bleiben.



**Abb. 1: Geplante Wohnanlage – SW II, SW I, Kleines Kloster, SW III, SW IV, Tiefgarage**

Laut Planung soll die Bebauung wie folgt ausgeführt werden:

- „Kleines Kloster“ 3-geschossig, 20,0 m x 20,0 m groß, mit Kellergeschoß;
- „Servicewohnen I“ (SW I) 2+-geschossig, 16,5 m x 16,5 m groß, mit Kellergeschoß;
- „Servicewohnen II“ (SW II) 2+-geschossig, 16,5 m x 16,5 m groß, mit Kellergeschoß und mit der Tiefgarage verbunden;
- „Servicewohnen III“ (SW III) 2+-geschossig, 16,5 m x 16,5 m groß, mit Kellergeschoß und Tiefgarage;
- „Servicewohnen IV“ (SW IV) 2+-geschossig, 16,5 m x 16,5 m groß, mit Kellergeschoß und mit der Tiefgarage verbunden;
- „Tiefgarage“, die nicht überbaut werden soll.

Nach der derzeitigen Planung soll die Oberkante des RF-Bodens der Kellergeschosse der Häuser und der Fahrbahn der Tiefgarage einheitlich in einer Höhe von rd. 157,3 mNN zu liegen kommen.

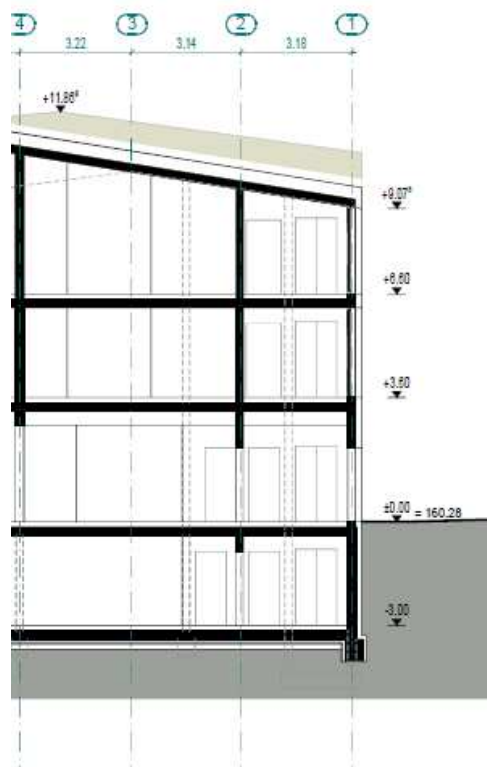


Abb. 1: Schnitt (Beispiel)

Nach Angaben der Planer (Schnitt) wird eine Abtragung der Lasten über eine Kombination aus Streifen- und Einzelfundamenten (Tiefgarage) bevorzugt.

Für die Fahrbahn der Tiefgarage ist eine Pflasterdecke vorgesehen, das Kellergeschoß soll eine nicht tragende -d.h. schwimmend verlegte - Bodenplatte erhalten.

Somit würde - unter Berücksichtigung einer geplanten Stärke der Bodenplatte von 0,2 m und der Pflasterdecke und einer Höhe der Fundamente von  $h = 0,8$  m (Annahme) - die UK der Sohle der Fundamente bei rd. 156,3 mNN liegen.

Abzutragende Lasten und Fundamentabmessungen liegen uns noch nicht vor; für die Vorbemessung der Fundamente sind wir beispielhaft von folgenden Abmessungen und Lasten ausgegangen:

- für die Streifenfundamente SF-  $b = 0,6$  m,  $h = 0,8$  m, Linienlast = 150 kN/lm,
- für die Einzelfundamente EF-  $a = b = 1,5$  m,  $h = 0,8$  m, Stützenlast = 1.000 kN.

#### 4. Untergrundverhältnisse

Zur Beschreibung des Bodenaufbaus werden die angetroffenen Untergrundverhältnisse vereinfachend in 5 Schichten bzw. Homogenbereiche unterteilt und beschrieben:

- Oberboden - Homogenbereich A,
- Auffüllungen – Homogenbereich B,
- Schluffe - Homogenbereich C,
- Sande - Homogenbereich D,
- Kiese (Festgestein-Verwitterungsbereich) – Homogenbereich E.

##### 4.1 Schicht 1: Oberboden

Die Oberbodenschicht wurde in allen Bohrungen festgestellt. Die Mächtigkeit liegt bei ca. 0,2/0,3 m; es handelt sich dabei um sandige, tonige Schluffe mit organischen Beimengungen und einem sehr geringen Anteil von Ziegelresten.

Die Schluffe sind der Bodengruppe OU bzw. dem Homogenbereich A zuzuordnen.

##### 4.2 Schicht 2: Auffüllungen

Die Auffüllungen der Schicht 2 wurden in den Bohrungen Bk 5, Bk 7, Bk 8, Bk 10, Bk 11 und Bk 12 ab UK der Schicht 1 festgestellt.

In den Bohrungen Bk 5, Bk 10 und Bk 12 lag die UK der Schicht bei ca. 0,5/0,6 m u. GOK; in den Bohrungen Bk 7, Bk 8 und Bk 11 wurden die Auffüllungen bis in eine Tiefe von rd. 1,0/1,1 m u. GOK erbohrt.

Die sandigen, schwach tonigen, aufgefüllten Schluffe der Schicht sind von steifer Konsistenz. Innerhalb der Schicht wurden Beimengungen von Ziegel-/Betonresten und Asche festgestellt.

Aus geotechnischer Sicht können die Ablagerungen dieser Schicht einheitlich der Bodengruppe UL und dem Homogenbereich B zugeordnet werden.

### **4.3 Schicht 3: Schluffe**

Die bindigen Ablagerungen der Schicht 3 wurden unmittelbar ab UK der Schicht 2 bzw. unter der Oberbodenschicht erbohrt.

Allerdings sind die vertikale, wie auch die laterale Verbreitung der o.g. Ablagerungen nicht konstant. Da die Schluffe für die Gründung der geplanten Bebauung relevant sind, gehen wir auf die Beschreibung dieser Schicht der einzelnen Bauwerke gesondert ein.

#### 4.3.1 Kleines Kloster

Im Bereich des Baufenster wurden hier die Bohrungen Bk 3 – Bk 6 abgeteuft.

Die UK der Schluffschicht lag in den Bohrungen Bk 3 und Bk 4 (westlicher Bereich) bei rd. 3,1/3,2 m u. GOK bzw. zwischen 157,0 mNN und 157,4 mNN.

Im östlichen Bereich des Baufensters (BK 5, BK 6) wurde die UK der Schluffschicht bei rd. 2,3/2,6 m u. GOK erbohrt, bezogen auf NN zwischen 157,4 mNN und 158,1 mNN.

Demnach variiert - im Bereich des Baufensters - die Mächtigkeit der Schluffschicht zwischen 1,7 m und 2,3 m.

#### 4.3.2 Servicewohnen I (SW I)

Die Untergrundverhältnisse wurden hier durch die Bohrungen Bk 1 und Bk 2 erkundet. Die Tiefenlage der UK der Schicht 3 liegt einheitlich bei rd. 3,5 m u. GOK bzw. zwischen 156,8 mNN und 157,6 mNN. Die Mächtigkeit der Schicht beträgt hier rd. 3,3 m.

#### 4.3.3 Servicewohnen II (SW II)

Im Bereich der SW II wurden die Bohrungen Bk 11 und Bk 12 abgeteuft. Hier schwankt die UK der Schicht 3 zwischen rd. 3,5 m (nördlicher Bereich) und 4,1 m u. GOK (südlicher Bereich). Bezogen auf NN variiert die UK der Schicht zwischen 155,4 mNN und 154,8 mNN. Die Mächtigkeit der Schluffe liegt hier zwischen 2,4 m (Bk 11) und 3,6 m (Bk 12).

#### 4.3.4 Servicewohnen III (SW III)

In den hier abgeteufte Bohrungen Bk 9 und Bk 10 liegt die UK dieser Schicht bei rd. 2,5 m u. GOK, bezogen auf NN relativ einheitlich bei 156,1/156,3 mNN. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 2,0 m und 2,3 m.

#### 4.3.5 Servicewohnen IV (SW IV)

Im Bereich der SW IV wurden die Bohrungen Bk 7 und Bk 8 abgeteuft. Hier lag die UK der Schicht einheitlich bei rd. 2,6/2,7 m u. GOK, auch bezogen auf NN lag die Unterkante der Schicht einheitlich bei 157,2 mNN. Die Mächtigkeit der Schicht beträgt hier ca. 1,5/1,6 m.

#### 4.3.6 Nicht überbaute Tiefgarage

Im Bereich der nicht überbauten Tiefgarage wurden keine Bohrungen abgeteuft; hier können jedoch die Profile der Bohrungen Bk 8 und Bk 9 herangezogen werden. Demnach würde die UK der Schluffschicht bei rd. 2,5/2,6 m u. GOK liegen, bezogen auf NN zwischen 156,3 mNN und 157,2 mNN. Damit schwankt hier die Mächtigkeit der Schluffschicht zwischen 1,5 m und 2,3 m.

Die Schluffe der Schicht 3 besitzen überwiegend eine steife-halbfeste Konsistenz. In den Bohrungen Bk 2 und Bk 5 wurden:

- zwischen 2,0 m und 3,5 m u. GOK (Bk 2)
- zwischen 0,6 m und 2,3 m u. GOK (Bk 5)

weiche Schluffe erbohrt; in diesen Bereichen wurde auch Staunässe festgestellt.

Die schwach sandigen, tonigen Schluffe der Schicht 3 können u.E. einheitlich der Bodengruppe UM und dem Homogenbereich C zugeordnet werden.

#### **4.4 Schicht 4: Sande**

Die schwach schluffigen Sande der Schicht 4 unterlagern die Schicht 3 und reichen bis in eine Tiefe von:

- ca. 3,7/4,8 m u. GOK, bzw. bis 156,5/155,7 mNN. In der Bk 5 wurde die UK der Schicht nicht erbohrt, damit lag die erbohrte Mächtigkeit in den Bohrungen bei rd. 0,5/1,7 m (Kleines Kloster);
- ca. 4,0/4,4 m u. GOK, bzw. bis 156,3/156,7 mNN. Die Mächtigkeit beträgt ca. 0,5/0,9 m (SW I);
- ca. 4,7 m u. GOK, bzw. 154,2 mNN. Die Mächtigkeit beträgt rd. 1,2 m (SW II);
- ca. 4,5/4,8 m u. GOK, bzw. 154,0/154,1 mNN. Die Mächtigkeit beträgt rd. 2,0/2,3 m (SW III);
- ca. 3,5/4,0 m u. GOK, bzw. 156,4/155,8 mNN. Die Mächtigkeit beträgt rd. 0,8/1,4 m (SW IV);
- ca. 4,0/4,8 m u. GOK, bzw. 155,8/154,0 mNN. Die Mächtigkeit beträgt rd. 1,4/2,3 m (nicht überbaute Tiefgarage).

In der Anlage 1-1 ist die OK der Sandschicht in (NN) über das gesamten Bebauungsareal dargestellt.

Bei den Ablagerungen der Schicht 4 handelt sich um schluffige Fein- bis Mittelsande der Bodengruppe SU. Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen sind die Sande überwiegend mitteldicht gelagert.



Sie gehören der Bodenklasse 3, der Frostklasse F2 (ZTVE-STVB) und dem Homogenbereich D an.

#### 4.5 Schicht 5: Kiese

Die graubraunen, mittel- bis grobsandigen, Fein-Mittelkiese der Schicht 5 wurden in allen Bohrungen ab UK der Sandschicht erbohrt und hielten bis zur Endtiefe der Bohrungen durch.

Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen ( $n_{10} \geq 20$ ) sind die Kiese durchgehend dicht gelagert.

In der Anlage 1-2 ist die OK der Kiesschicht in (NN) über das gesamten Bebauungsareal dargestellt.

Die Kiese sind der Bodengruppe GW, der Bodenklassen 3, der Frostklasse F1 (ZTVE-STVB) und dem Homogenbereich E zuzuordnen.

**Anmerkung:** Aus geologischer Sicht sind die Kiese als Verwitterungsbereich des unterlagernden Festgesteins (Granit) anzusprechen.

### 5. Grundwasser

In den Bohrungen wurde bis in eine Tiefe von ca. 5,0 m u. GOK kein zusammenhängender Grundwasserkörper angetroffen. Bezogen auf NN lag die maximale Erkundungstiefe der Bohrungen bei rd. 153,6 mNN.

In den Bohrungen Bk 2 wurde zwischen 2,0 m und 3,5 m u. GOK und in der Bohrung Bk 5 zwischen 0,6 m und 2,3 m u. GOK Staunässe festgestellt.

Es ist anzumerken, dass innerhalb der Schluffschicht auch weitere Bereiche mit Staunässe nicht auszuschließen sind.

Daher sind bei einer Gründungsebene von 157,1 mNN für die Bodenplatten und von 156,3 mNN für die Fundamente die zum Zeitpunkt der Untersuchungen angetroffenen Grundwasserverhältnisse für die Gründung nicht relevant.

Grundwasseraufschlüsse sind im Umfeld des Baufensters nur in Form des rd. 150 m nordwestlich entfernten Förderbrunnens im Kloster der Franziskanerinnen vorhanden.

Zieht man zur Abschätzung der Grundwasserschwankungen im Bereich des Baufensters den Förderbrunnen heran, wurde hier am 04.09.2019 nach mehrstündiger Förderpause der Grundwasserspiegel mit 153,03 mNN bestimmt.

Wird dieser direkt auf das Baufenster übertragen, ergeben sich dort Flurabstände zwischen 6,0 m und 7,0 m.

Nach Mitteilung des Brunnenbetreibers wurden in der Vergangenheit jedoch auch Brunnenwasserstände bis zur Oberkante des Brunnenkopfes von rd. 156,5 mNN beobachtet (Anstieg von rd. 3,5 m), was ggf. einem höchsten Grundwasserspiegel entsprechen würde.

Der Brunnen ist vermutlich im Festgestein verfiltert und auf den oberen 9,5 m mit einer Tonsperre versehen. Da aber nicht bekannt ist, ob die über den Brunnen erschlossenen grundwasserführenden Schichten gespannt sind oder mit der Talfüllung in hydraulischem Kontakt stehen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Grundwasser auch im Bereich des Baufensters um bis zu 3,5 m über den aktuellen Wasserstand ansteigen kann.

Treffen diese Annahmen zu, wäre im Bereich des Baufensters ein Grundwasserspiegel bei rd. 3,5 – 4,0 m u. GOK zu erwarten, was für die geplante Bebauung relevant wäre.

Daher sind u.E. bei der Ausführung des Untergeschosses die Möglichkeit des Auftretens von Wässern (Stauanässe, Grundwasser) unbedingt zu berücksichtigen.

Um verlässliche Aussagen über die Grundwasserstände treffen und ihre saisonalen Schwankungen ableiten zu können, wäre u.E. sinnvoll im Bereich des Baufensters eine temporäre Grundwassermessstelle einzurichten und ebenso wie im bestehenden Klosterbrunnen Brunnen ein Wasserspiegel-Monitoring vorzusehen.

## 6. Bodenmechanische Kennwerte

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen und nach unseren Erfahrungen an vergleichbaren Böden können u.E. bei erdstatischen Berechnungen für die einzelnen Schichten die nachstehend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte als Rechenwerte angesetzt werden (Tabellenwerte aus Grundbautaschenbuch Bd. 1, S. 64/65 bzw. nach der DIN 1055):

Tab. 2: Bodenklassifizierung nach DIN 18196; DIN 18300; ZTVE

Schicht	Bodengruppe (DIN 18 196)	Bodenklasse (DIN 18 300)	Frostklasse (ZTVE)
Schicht 1	OU	1	F3
Schicht 2	GU	3	F2
Schicht 3	UM	4	F3
Schicht 4	SU	3	F2
Schicht 5	GW	3-6	F1

Tab. 3: Bodenphysikalische Kennwerte nach DIN 1055

Schicht	Konsistenz/ Konsistenz	Wichte $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]
Schicht 1-Oberboden	-	-	-	-	-
Schicht 2-Auffüllungen	-	-	-	-	-
Schicht 3-Schluffe	steif	20,5	5	27,5	8
Schicht 4-Sande	mitteldicht	19,0	-	32,5	35
Schicht 5-Kiese	dicht	21,0	-	35,0°	70

## 7. Bodendurchlässigkeit

Für die Versickerung von Niederschlägen eignen sich i.d.R. Böden mit Durchlässigkeiten zwischen  $5 \times 10^{-3}$  m/s und  $5 \times 10^{-5}$  m/s. Der Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand sollte mindestens 1,0 m betragen.

Im Untersuchungsgebiet wird der Untergrund ab GOK bis i.M. ca. 3,0 m u. GOK von bindigen Schichten geprägt.

Die Schluffe der **Schicht 3** sind als schwach durchlässig,  $k_f < 10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  m/s einzustufen. Damit sind die Versickerungsmöglichkeiten über die oberflächennahen, bindigen Deckschichten als sehr ungünstig einzustufen.

In allen Aufschlüssen wird die Schicht 3 von den Sanden und Kiesen der Schichten 4 und 5 unterlagert, diese wären nach unserer Einschätzung eher für eine Versickerung geeignet.

## 8. Erdbeben

Das Baugelände befindet sich nach DIN 4149, 2005-04 und der darin enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der **Erdbebenzone 1**.

Der Einfluss der örtlichen geologischen Untergrundverhältnisse auf die Erdbebeneinwirkung ist durch drei Untergrundklassen **R**, **T** und **S** zu berücksichtigen.

Nach DIN 4149, 2005-04, Bild 3, liegt das Baufenster in der **Untergrundklasse R**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse B** zuzuordnen.

## 9. Folgerungen für die Gründung

### 9.1 Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes

- Die Schicht 1 ist wegen der organischen Beimengungen und fehlender Tragfähigkeit für eine Gründung nicht geeignet und muss ohnehin bei den Baumaßnahmen ausgehoben und abtransportiert werden.
- Die Schicht 2 ist für die Gründung ebenso nicht relevant und wird ausgehoben.
- Die Schluffe der Schicht 3 sind überwiegend von steifer Konsistenz und bilden eine einheitliche Gründungsebene; diese können als nur bedingt tragfähig eingestuft werden und ggf. unter den Bodenplatten im Untergrund verbleiben.  
Im Bereich der Fundamente müssen u.E. die Schluffe vollständig ausgehoben und ersetzt werden.
- Die Sande-Kiese der Schicht 4 und Schicht 5 sind als tragfähiger Baugrund zu bezeichnen und können für die Abtragung von Linien- und Punktlasten empfohlen werden.

### 9.2 Gründung

Für die geplante Bauwerke wird die Abtragung der Lasten über eine Kombination von Streifen- und Einzelfundamente favorisiert. Bei dieser Art der Gründung wird in der Regel die Bodenplatte nicht tragend ausgebildet und „schwimmend“ verlegt.

Die Fahrbahn der Tiefgarage ist als Pflasterdecke vorgesehen.

Unter Berücksichtigung der UK Bodenplatte bei 157,1 mNN und einer angenommenen Höhe der Fundamente von 0,8 m würde die Sohle der Fundamente bei rd. 156,3 mNN zu liegen kommen.

#### 9.2.1 Kleines Kloster

Unter Annahme der UK der Bodenplatte von 157,1 mNN würde hier eine Geländeabschiebung zwischen rd. 2,9 m und 3,4 m erforderlich.

Demnach wird die Bodenplatte des Kellergeschosses einheitlich in die Sande der Schicht 4 aufgelegt.

Damit würden auch die Bauwerklasten über die Streifenfundamente einheitlich in die Sande bzw. Kiese abgetragen.

### 9.2.2 Servicewohnung I

Bei der geplanten Gründungsebene der Bodenplatte von 157,1 mNN würde diese teilweise in die Sande (Bk 1) und z.T. in die weichen Schluffe der Schicht 3 aufgelegt. Unter der Bodenplatte verblieben noch ca. 0,3 m der Schluffschicht.

Die Fundamente würden jedoch einheitlich in die Sande, bzw. Kiese gegründet.

### 9.2.3 Servicewohnung II

Im Bereich der Servicewohnung SW II wird die Bodenplatte einheitlich in die steifen Schluffe der Schicht 3 aufgelegt; hier liegt die UK dieser Schicht zwischen 154,8 mNN und 155,4 mNN.

Auch die Lasten aus den Fundamenten werden in die Schluffe abgetragen, dabei würden unter der Sohle der Fundamente noch ca. 0,9/1,5 m der Schluffe verbleiben.

### 9.2.4 Servicewohnung III

Auch im Bereich der Servicewohnung SW III wird die Bodenplatte einheitlich in die steifen Schluffe der Schicht 3 aufgelegt, hier liegt die UK dieser Schicht zwischen 156,3 mNN und 151,1 mNN.

Die Lasten aus den Fundamenten würden in die Sande der Schicht 4 abgetragen.

### 9.2.5 Servicewohnung IV

Im Bereich der Servicewohnung IV würde Bodenplatte direkt in die Sande der Schicht 4 aufgelegt; auch die Lasten aus den Fundamenten werden einheitlich in die tragfähigen Sande abgetragen.

### 9.2.6 Nicht überbaute Tiefgarage

Im Bereich der nicht überbauten Tiefgarage werden die Lasten über die Fundamente einheitlich in die Sande der Schicht 4 abgetragen. Die geplante Pflasterdecke würde jedoch z.T. in die Schluffe zu liegen kommen.

Unter Berücksichtigung des Unterbaues der Pflasterdecke (Bk0,3) in einer Stärke von 0,55 m, würden dann nur ca. 0,3 m der Schluffschicht im Untergrund verbleiben.

## **9.3 Streifen- und Einzelfundamente**

Bei der Gründung der Bauwerke gehen wir von einer einheitlichen Abtragung der Lasten in die Sande der Schicht 4 bzw. Kiese der Schicht 5 aus. Die Schluffe der Schicht 3 müssten – bei dieser Gründungsvariante – vollständig unter der Sohle der Fundamente ausgehoben und ggf. durch Magerbeton ersetzt werden.

Damit wäre nur im Bereich der Servicewohnung II ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit (0,8/1,5 m) erforderlich.

Die Grundbruchabschätzungen nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ergaben, dass für die Fundamente mit o.g. Abmessungen und den angenommenen Lasten eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch besteht. Die Ausnutzung liegt bei rd. 70%.

Tab. 4: Grundbruchwiderstand nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) Linienlast 150 kN/lfm, Einzellast 1.000 kN

Fundament	b [m]	a [m]	h [m]	Nachweis $N_d/R_d$
SF1*	0,6	-	0,8	0,71 < 1,0
EF1*	1,5	1,5	0,8	0,76 < 1,0

\*SF = Streifenfundamente; EF = Einzelfundamente

Bei einer Gründung in den mitteldicht gelagerten Sanden bzw. Kiesen können für Streifenfundamente auch nach EC 7-1 (2011) und DIN 1054:2010, Tabelle A 6.2, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  zugrunde gelegt werden (Bemessungssituation BS-P):

Tabelle A 6.2 — Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m <sup>2</sup> b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50	280	420	460	390	350	310
1,00	380	520	500	430	380	340
1,50	480	620	550	480	410	360
2,00	560	700	590	500	430	390
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30\text{ m} \leq d \leq 0,50\text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30\text{ m}$	210					
<b>ACHTUNG</b> — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.						

**Anmerkung:** Bei Rechteckfundamenten mit mindestens 0,5 m Breite und 0,5 m Einbindetiefe darf der in der Tabelle A 6.7 angegebene Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes bei einem Seitenverhältnis von  $b_B / b_L < 2$  bzw.  $b_B' / b_L' < 2$  um 20 % erhöht werden.

Bei den auf Grundlage der Tabelle A 6.2 bemessenen Fundamenten können bei Fundamentbreiten bis  $b = 1,5\text{ m}$  Setzungen in einer Größenordnung von max. ca. 1 cm und bei breiteren Fundamenten bis max. ca. 2 cm auftreten.

Setzungsabschätzungen unter Ansatz der o.a. Lastabschätzungen ergaben für die Einzelfundamente folgende rechnerische Setzungen, zul. Bodenpressungen und entsprechende Bettungsmoduli (Tab. 6).

Tab. 6: Rechnerische Setzungen, Bettungsmoduli und zul. Bodenpressungen

Fundament	Rechnerische Setzung s [cm]	Bettungsmodul k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]	zul. Bodenpressung σ <sub>o</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
SF 1	0,4	70,0	336,2
EF 1	0,9	48,6	404,0

#### 9.4 Bodenplatte Kellergeschoss

Die Bodenplatte – bei Abtragung der Lasten über die Fundamente – soll u.E. nicht kraftschlüssig an die Fundamente angebunden und kann in einer Stärke von 0,2 m ausgeführt werden.

Die Schluffe der Schicht 3 (falls vorhanden) können im Bereich des Kellergeschosses unter der Bodenplatte verbleiben. Falls die Bodenplatte direkt auf die Sande der Schicht 4 oder Kiese der Schicht 5 aufgelegt wird, wäre eine kapillarbrechende Kiesschicht nicht erforderlich. Vor der Aufbringung der Sauberkeitsschicht wäre es u.E. sinnvoll, eine Folie zu verlegen.

#### 9.5 Pflasterdecke Tiefgarage

Nach den Richtlinien für die „Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ (RStO) kann der Fahrbahn der Tiefgarage die Belastungsklasse Bk0,3 zugeordnet werden. Für diese Bauklasse wäre eine gesamte Mindestdicke des Oberbaues von 0,50 m vorzusehen. (Tab. 6, RStO 12).

Falls die Pflasterdecke direkt in die Sande bzw. Kiese aufgelegt wird, kann auf den Aufbau des Oberbodens, d.h. auf den Aushub und Bodenaustausch verzichtet werden. Allerdings ist auf der OK der Tragschicht ein Verformungsmodul E<sub>v2</sub> von ≥120 MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen. Falls unter der Ebene der Pflasterdecke die Schluffe der Schicht 3 angetroffen werden müssen diese ersetzt werden und die erforderliche Aufschüttung ist für die Belastungsklasse Bk0,3 wie folgt - von unten nach oben – aufzubauen.

Tab. 7: Pflasterdecke (Kiestragschicht auf Frostschutzschicht)

Schicht	Bk0,3	
	Dicke [cm]	Verdichtung $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Planum F3		≥45
Frostschutzschicht	18	100
Kiestragschicht	20	120
Sandbett	4	-
Pflaster	8	-

**Anmerkung:** Die zu erreichenden Verformungsmoduli auf dem Planum und auf der Frostschutz- bzw. Tragschicht sind mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen.

## 9.6 Gründungsempfehlungen

Bei angetroffenen Untergrundverhältnisse kann der geplanten Gründungsvariante, d.h. Abtragung der Lasten über Streifen- und Einzelfundamente in die Sande/Kiese der Schicht 4/5 zugestimmt werden.

Die abgeschätzten Setzungen liegen für diese Art der Gründung im zulässigen Bereich.

Grundbruch- und Setzungsberechnungen wären anhand der tatsächlichen Lasten zu verifizieren; insbesondere können dadurch die Abmessungen der Fundamente optimiert werden.

## 11. Baugrube, Untergeschoss, Abdichtung, Verkehrsflächen

### 11.1 Baugrube

Die Baugrubensohle würde unter Berücksichtigung einer Gründung in die Schichten 4/5 bis zu rd. 4,0/4,5 m unter die jetzige GOK reichen. Die Bodenklassen der zu lösenden Böden sind im Abschnitt 6 genannt.

Beim Aushub der Baugrube werden Bodenmaterial der Schicht 1 (Oberboden), Auffüllungen der Schicht 2, Schluffe der Schicht 3 und Sande der Schicht 4 anfallen.

Rollige Ablagerungen der Schicht 4 können für die Verfüllung der Arbeitsräume wiederverwendet werden.

Die Böschung kann bis in eine Tiefe von nur 1,25 m mit einem Böschungswinkel von 90° angelegt werden.

Die Baugrubenböschungen innerhalb der Schicht 3 können nach DIN 4124 mit einer Neigung von 60° abgeböscht werden.



In Tiefenbereich der Sand- bzw. Kiesschichtschicht ist die Böschung nicht steiler als 45° abzuböschten, nach unseren Erfahrungen wäre bei der Planung der Böschung sinnvoll, die Sande mit einem Böschungswinkel von 35/40° vorzusehen.

Alle Böschungen sind gegen Niederschlag mit Baufolie abzudecken. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Böschungsschultern über eine Breite von mindestens 2,0 m lastfrei gehalten werden.

### **11.2 Baugrubensicherung**

Im westlichen Teil des Baufensters (Kleines Kloster, Tiefgarage) ist der horizontale Platzbedarf für eine Böschung mit einem mittleren Böschungswinkel von 50° nicht ausreichend.

In diesen Bereichen wäre dann eine Baugrubensicherung, bzw. Sicherung des Bestandes durch ein Verbau der Baugrube, erforderlich.

Als zweckmäßige Variante für den Verbau wäre der Baugrube die Trägerbohlwand (Berliner Verbau) zu empfehlen.

Trägerbohlwand: hier werden die vertikalen Trägerelemente von Stahlprofilen gebildet, die entweder in den Baugrund eingerammt oder in Bohrlöcher eingestellt werden. Die Ausfachung zwischen den Trägern besteht aus Holzbalken. Der Mindesteinbindetiefe der Träger liegt bei 1,5 m, der horizontale Abstand beträgt im Allgemeinen zwischen 2 und 3 m.

Die Standsicherheit der Böschung bzw. der Verbau müssen durch entsprechende Berechnungen nachgewiesen werden.

### **11.3 Untergeschoss**

Unter Annahme einer lichten Höhe des Kellergeschosses von rd. 3,0 m, würden die Wände durch den Erddruck und den Verdichtungsdruck der Hinter- bzw. Verfüllung des Arbeitsraumes belastet.

Die Arbeitsräume sind mit kiesigem bzw. durchlässigem Material zu verfüllen. Hier ist eine lagenweise Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von 97% Proctordichte ausreichend. Es ist zu erwarten, dass im Arbeitsraumbereich nachträgliche Setzungen der Verfüllung im Zentimeterbereich auftreten können.

Als Erddruckbelastung für die Außenwände kann ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt werden.

In Anbetracht des möglichen Auftretens von Wasser (Staunässe, Schichtwasser) wäre das Untergeschoss bzw. Erdberührende Bauteile vorsorglich gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, Klasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3,0$  m Eintauchtiefe), abzudichten.

## 12. Allgemeines

Bezüglich der Überschüttung von Bauwerken verweisen wir auf die Empfehlungen und Vorschriften des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) und der ZTVE-StB 09.

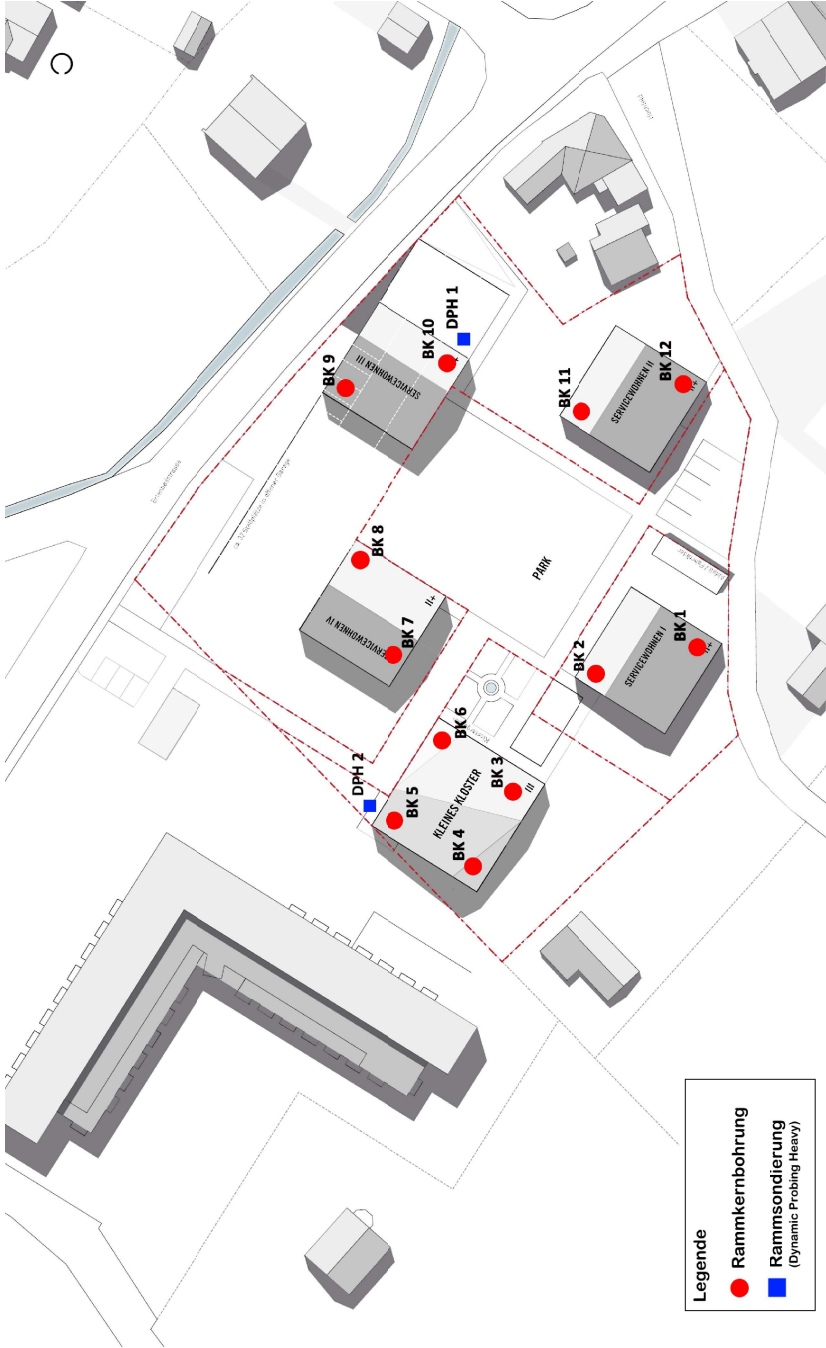
In den wiederverfüllten und überschütteten Bereichen ist der erreichte Verdichtungsgrad mittels Plattendruckversuchen (DIN 18134) in unterschiedlichen Einbauniveaus zu überprüfen.

Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Bohrungen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen. Weiterhin sind die Aushubarbeiten und der Einbau des Verfüllmaterials durch den Bodengutachter zu beaufsichtigen und die ggf. vorgegebenen Verdichtungen des Auffüllmaterials zu überprüfen.

Doz. B. Krauthausen  
- Diplom-Geologe -

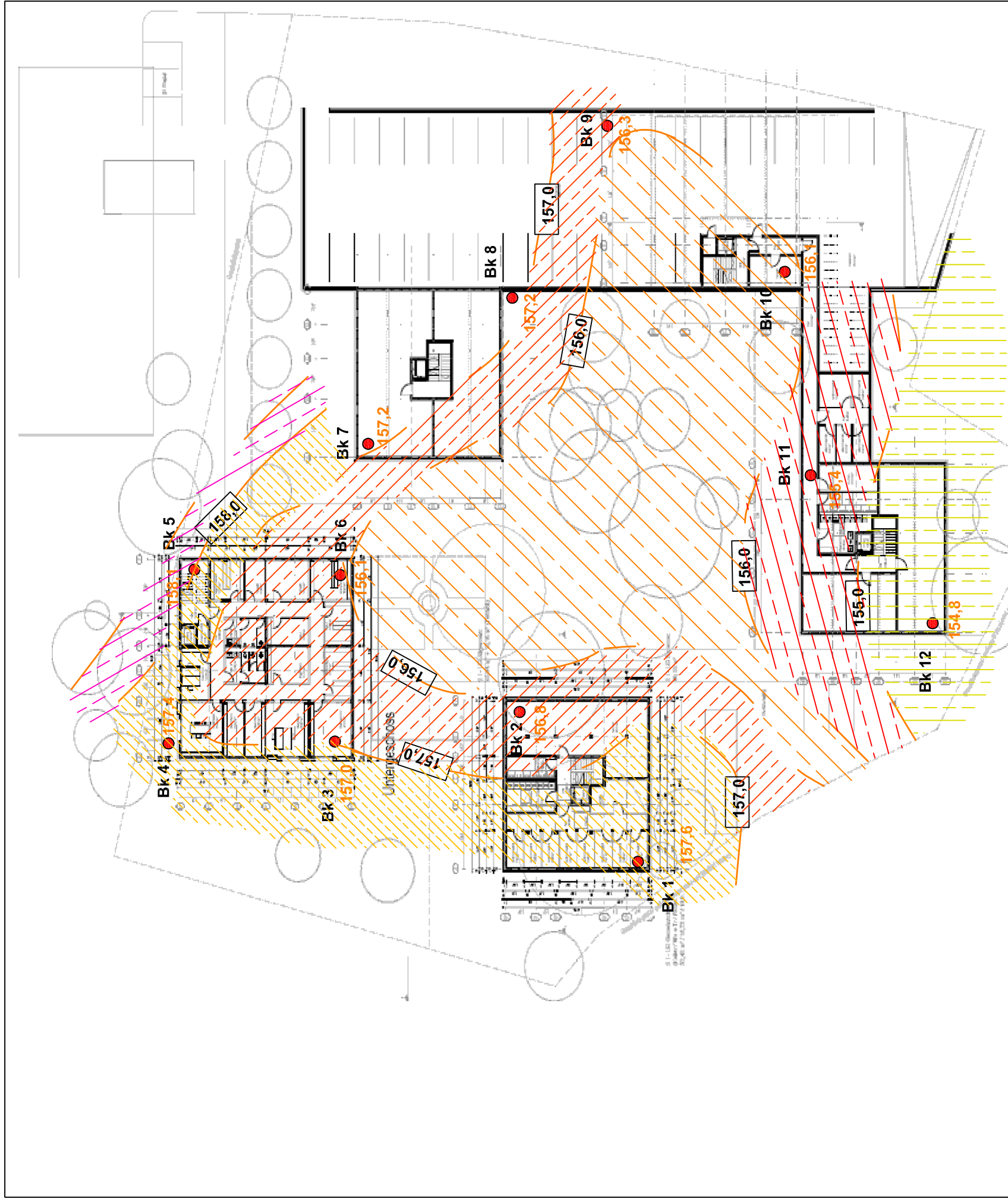


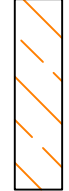

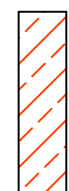



P. Schatz  
- Diplom-Ing. -



Legende	
●	Rammkernbohrung
■	Rammsondierung (Dynamic Probing Heavy)

## LAGEPLAN

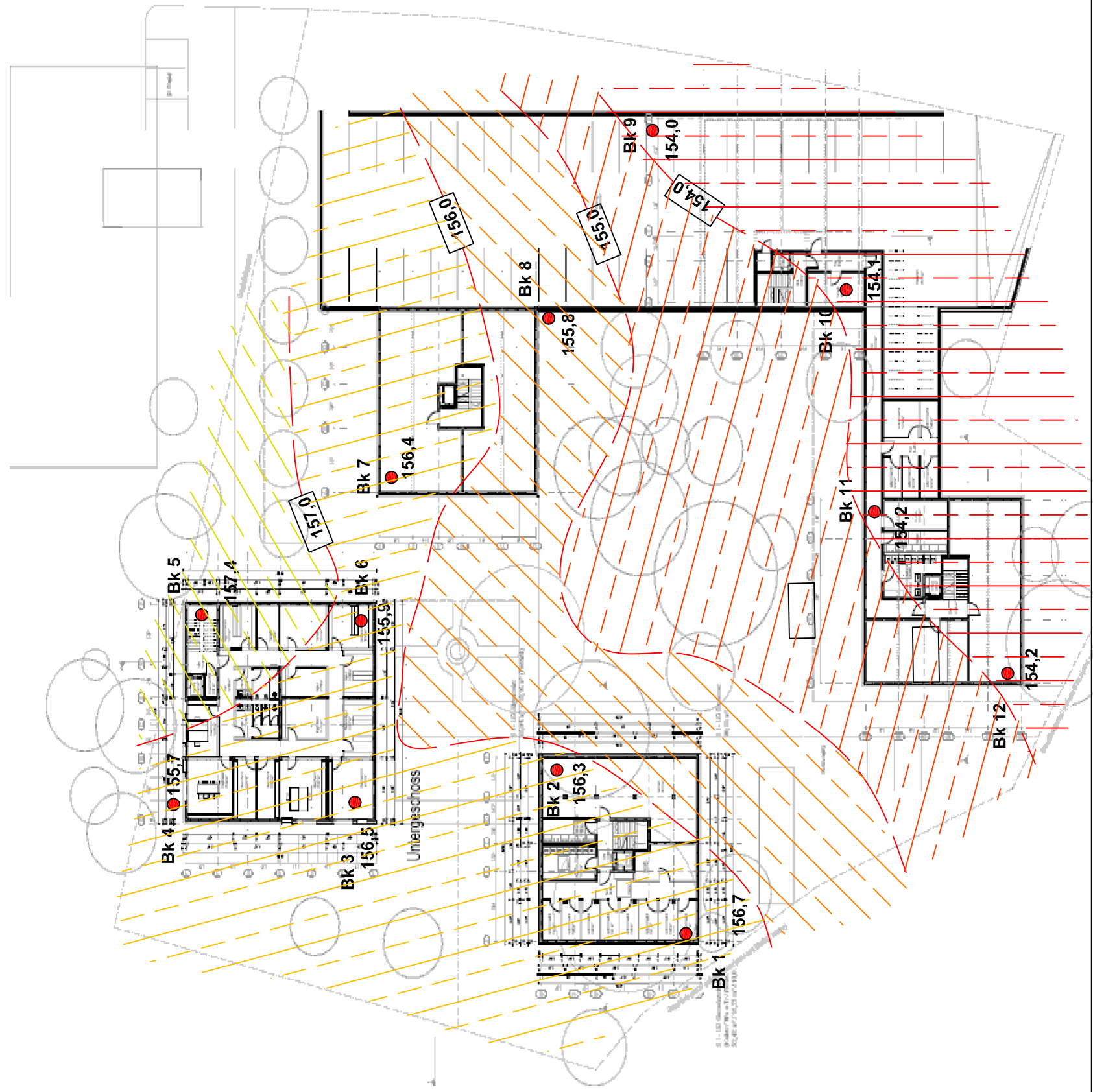





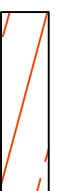
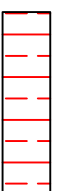

-  Bereich OK Sandschicht <156,0 mNN
-  Bereich OK Sandschicht 156,0 - 157,0 mNN
-  Bereich OK Sandschicht > 158,0 mNN
-  Bereich OK Sandschicht > 158,0 mNN
-  Bereich OK Sandschicht 156,0 - 155,0 mNN
-  Bereich OK Sandschicht < 155,0 mNN

156,0

Angaben der OK Sandschicht in mNN

# Anl. 1-1 OK Sandschicht in mNN

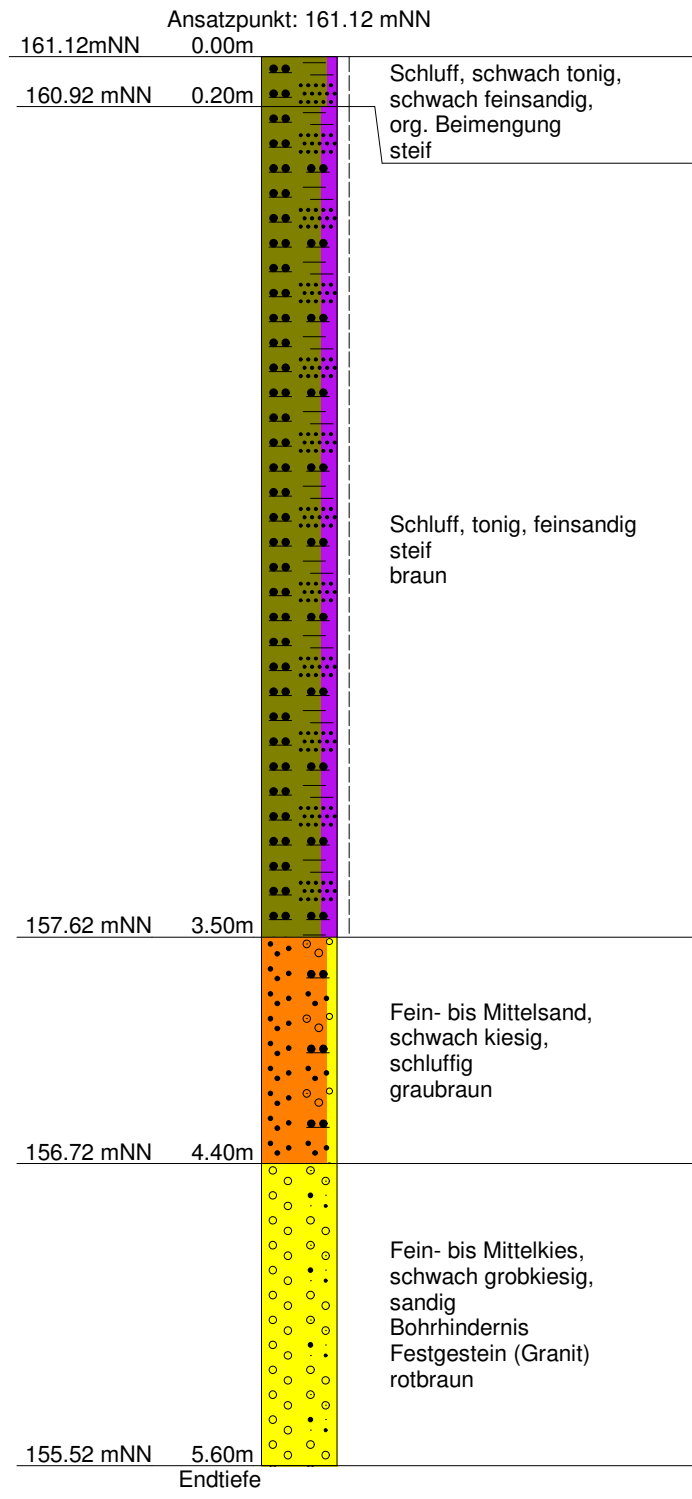


-  Bereich OK Kiesschicht >157,0 mNN
-  Bereich OK Kiesschicht 157,0 - 156,0 mNN
-  Bereich OK Kiesschicht 156,0 - 155,0 mNN
-  Bereich OK Kiesschicht 155,0 - 154,0 mNN
-  Bereich OK Kiesschicht >154,0 mNN
-  Angaben der OK Sandschicht in mNN

**Anl. 1-2 OK Kiesschicht (Verwitterungsbereich) in mNN**

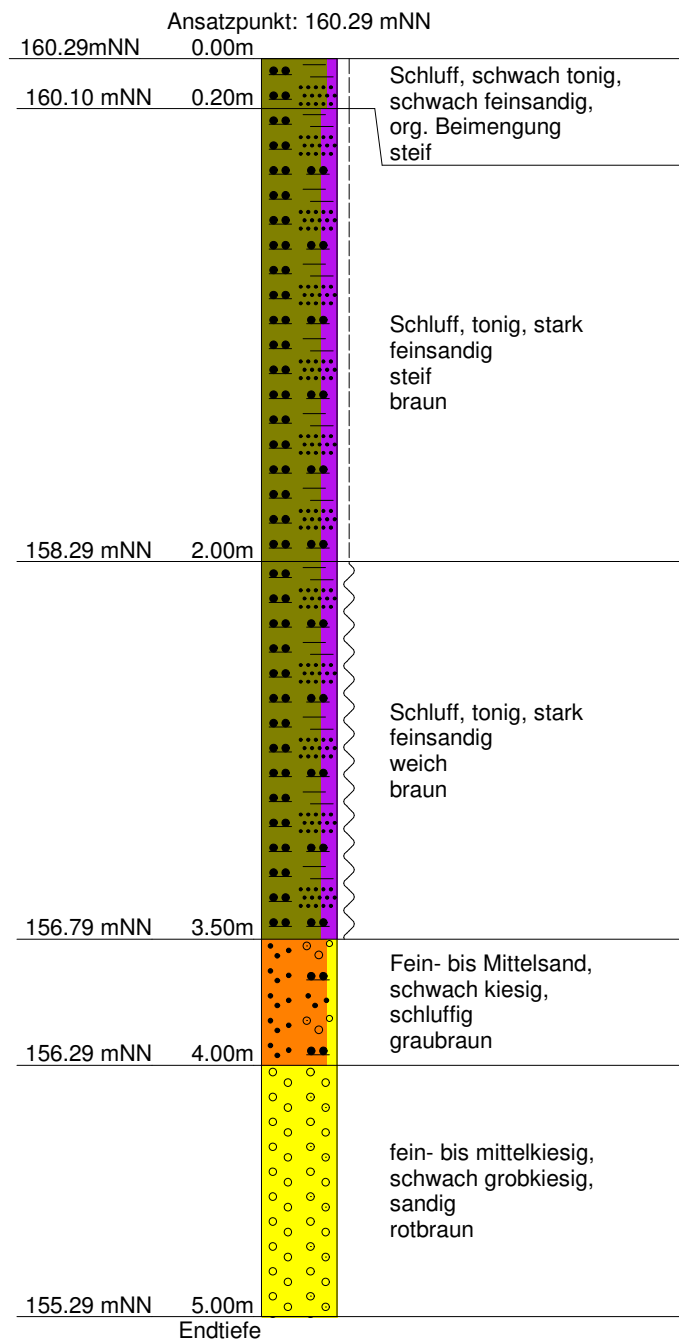
HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

# BK 1



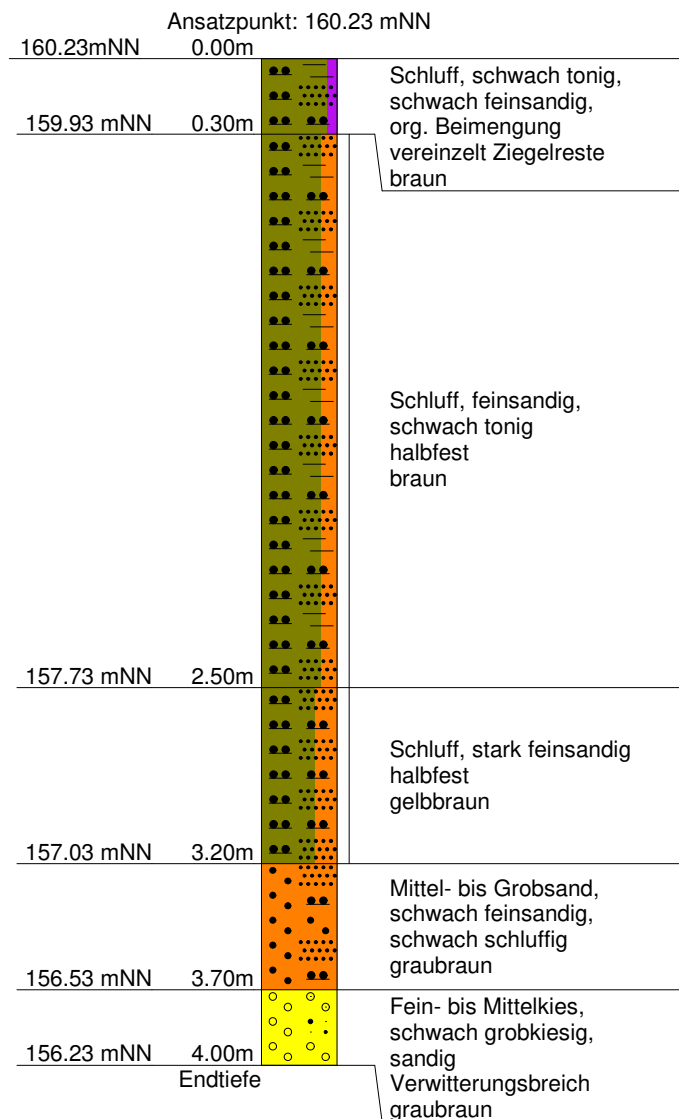
HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 2



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

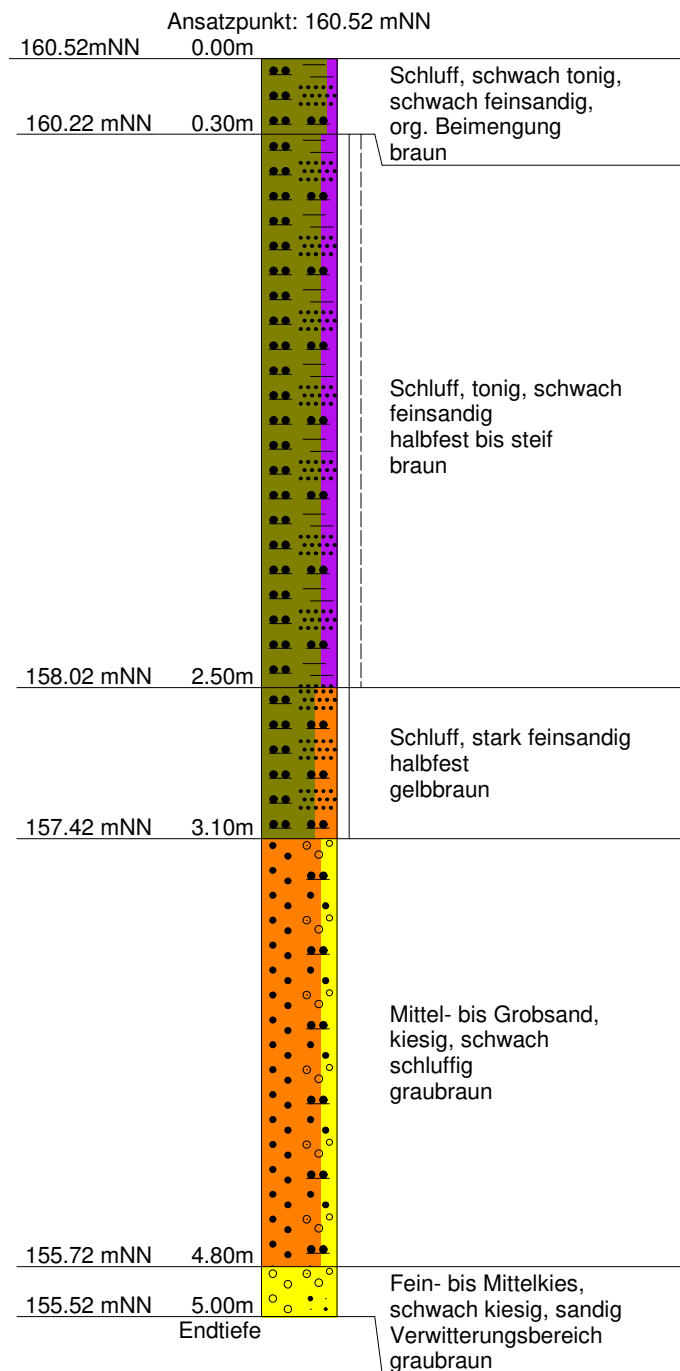
### BK 3





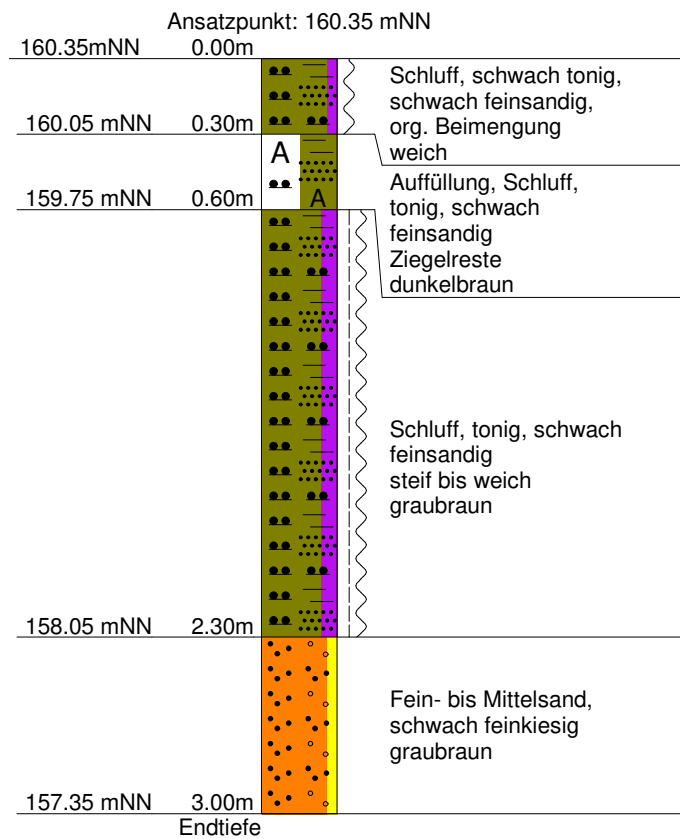
HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 4



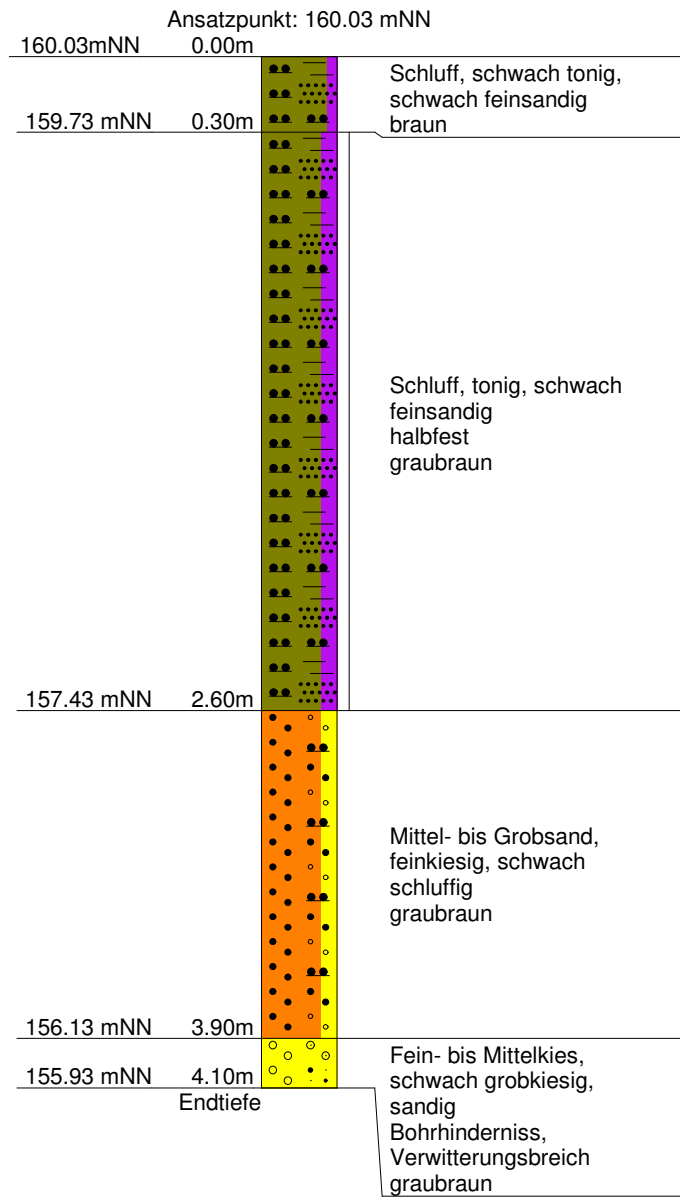
HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 5



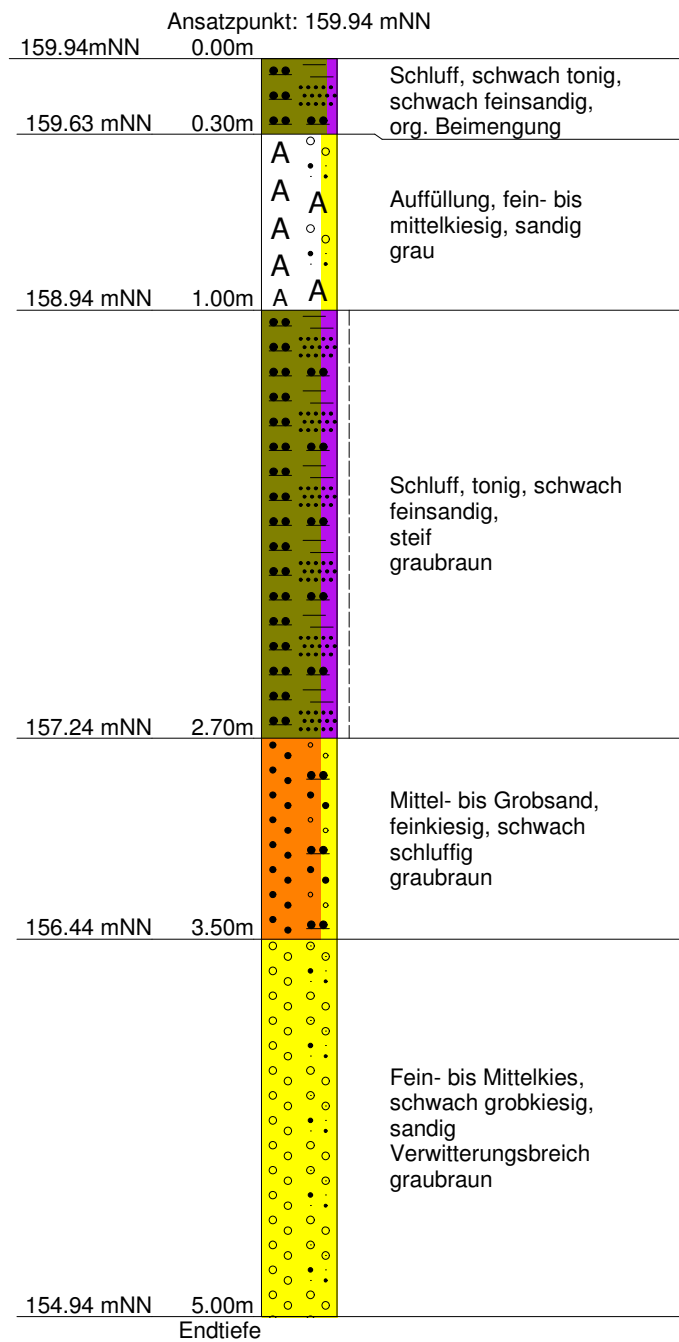
HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 6



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

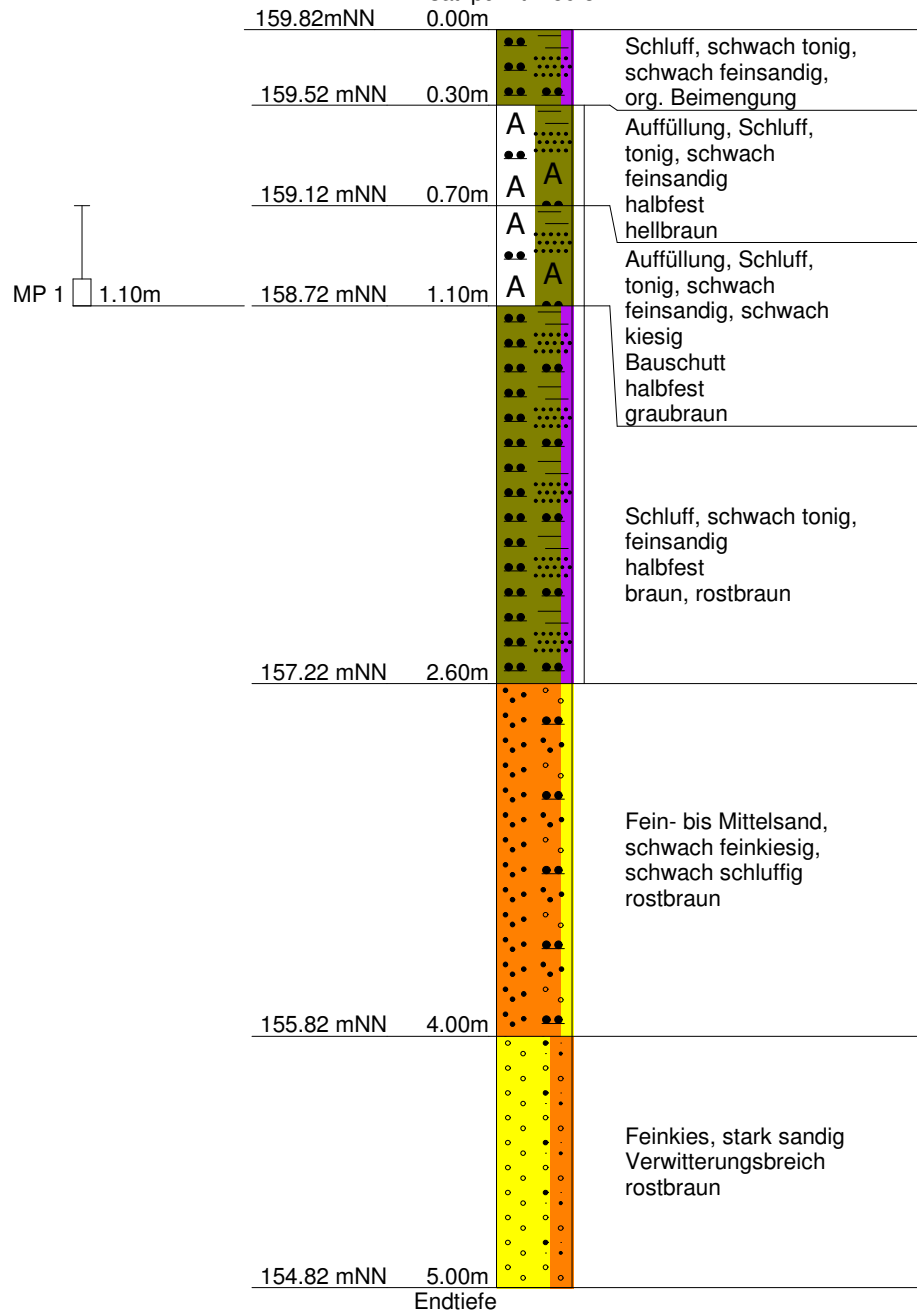
## BK 7



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

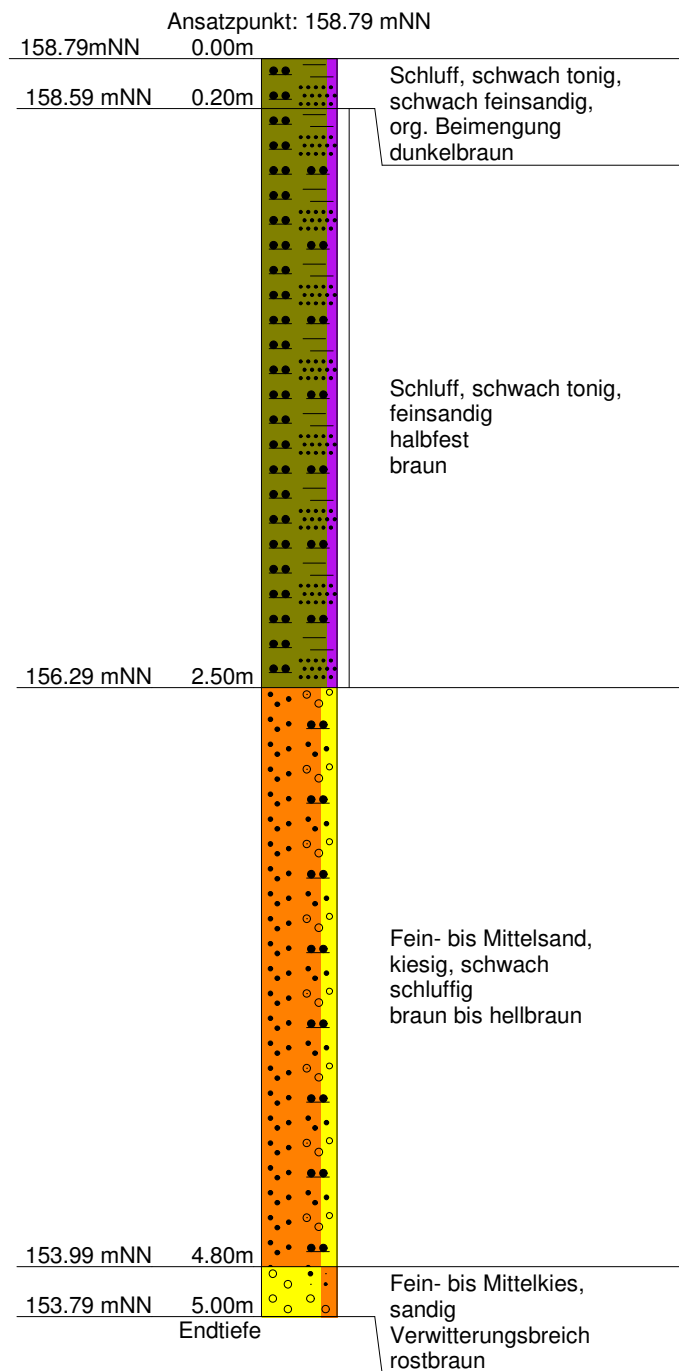
## BK 8

Ansatzpunkt: 159.82 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

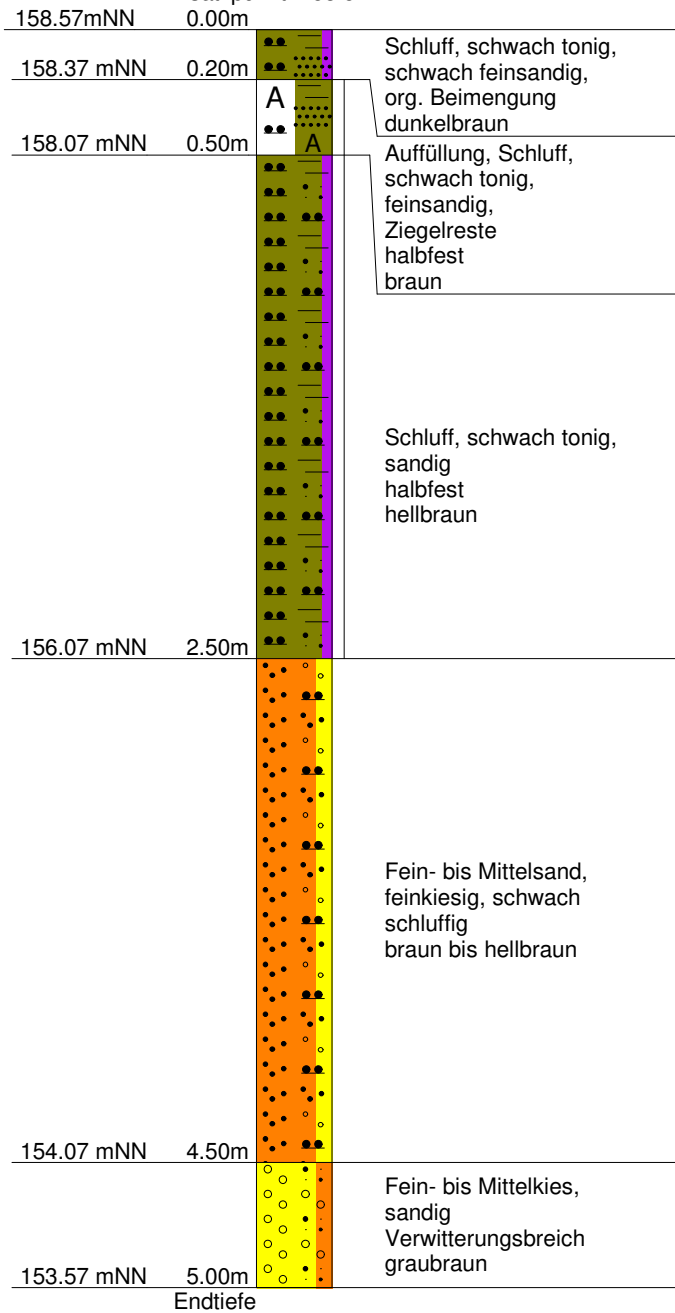
## BK 9



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 10

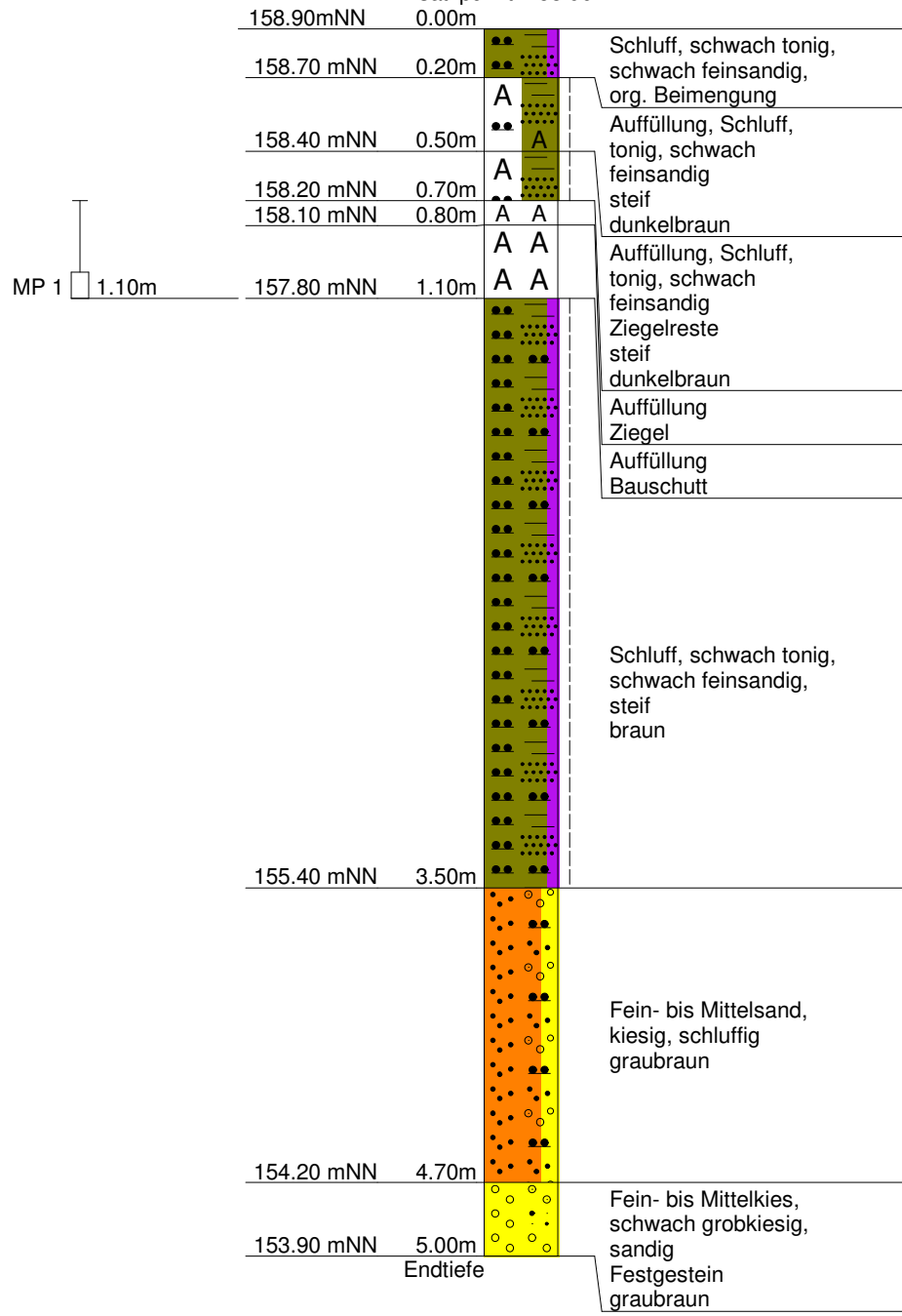
Ansatzpunkt: 158.57 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

# BK 11

Ansatzpunkt: 158.90 mNN

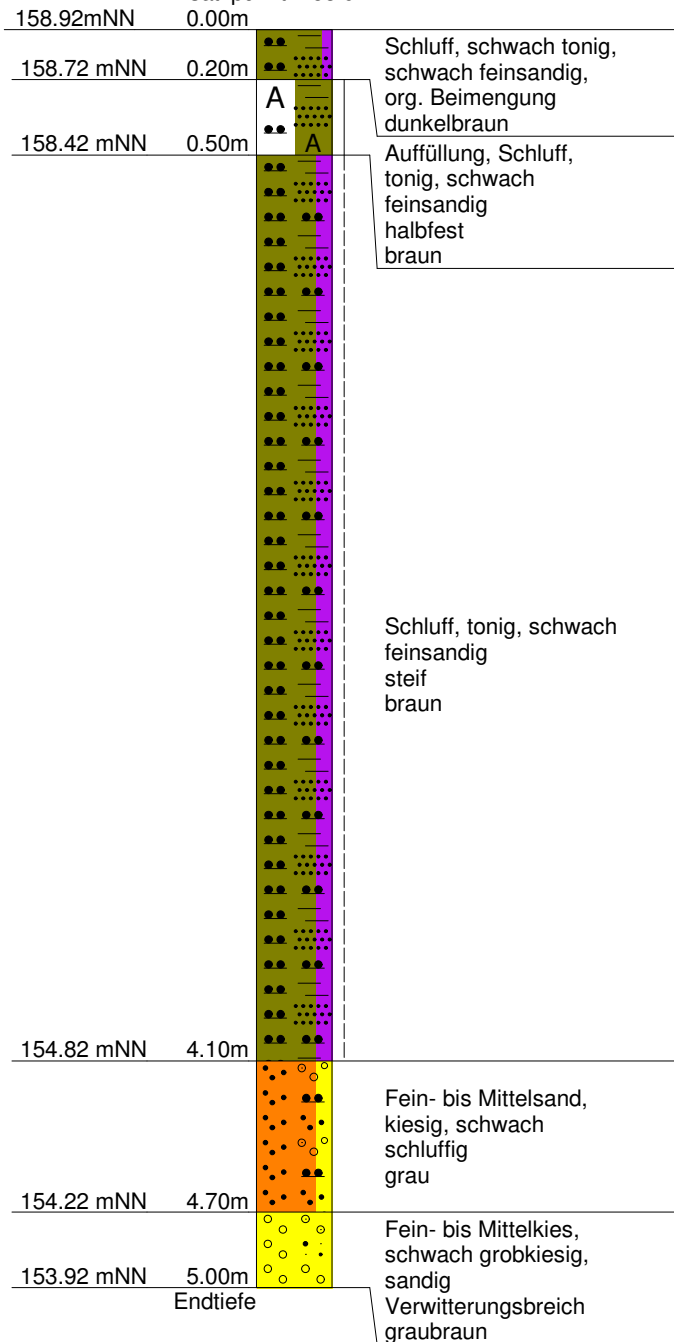




HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Wohnen im Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 2
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 30

## BK 12

Ansatzpunkt: 158.92 mNN



HYDROSOND, Geologisches Büro	Projekt : BV Erlenbadpark Sasbach
Winnipeg Ave. B112	Projektnr.: 19113
77836 Rheinmünster	Anlage : 3
Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>	Tiefe	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	19		
0.20	2	5.20	13		
0.30	2	5.30	11		
0.40	3	5.40	12		
0.50	3	5.50	15		
0.60	3	5.60	20		
0.70	4	5.70	19		
0.80	4	5.80	18		
0.90	5	5.90	16		
1.00	5				
1.10	4				
1.20	3				
1.30	4				
1.40	4				
1.50	4				
1.60	4				
1.70	4				
1.80	4				
1.90	4				
2.00	5				
2.10	5				
2.20	6				
2.30	10				
2.40	68				
2.50	29				
2.60	17				
2.70	16				
2.80	14				
2.90	14				
3.00	15				
3.10	12				
3.20	15				
3.30	15				
3.40	13				
3.50	15				
3.60	13				
3.70	9				
3.80	9				
3.90	11				
4.00	14				
4.10	13				
4.20	7				
4.30	9				
4.40	10				
4.50	19				
4.60	18				
4.70	15				
4.80	15				
4.90	22				
5.00	21				

