

Geotechnisches Gutachten

Bebauungsplangebiet „Hochhausener Weg“ Siegburg - Braschoß

Auftraggeber:

Sommerhäuser – Müller GbR

Neuenhauser Str. 48

53819 Neunkirchen – Seelscheid

November 2014

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Aufgabenstellung
2. Untersuchungsmethodik
3. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse
 - 3.1 Geologische Verhältnisse / Schichtenbeschreibung
 - 3.2 Hydrogeologische Verhältnisse
4. Bodenmechanische Kennwerte
 - 4.1 Bodenkennwerte (mittlere Rechenwerte)
 - 4.2 Bodenklassen nach DIN 18300
 - 4.3 Bodengruppen nach DIN 18196
5. Kanalbau
 - 5.1 Gründung
 - 5.2 Kanalgrabenverfüllung
 - 5.3 Verdichtungsanforderungen
 - 5.4 Sicherung der Kanalgräben
6. Straßenbau
 - 6.1 Frostempfindlichkeit
 - 6.2 Planum
 - 6.3 Oberbau
7. Umweltgeologischer Hinweis
8. Hinweis
9. Abnahme und Haftung

Anlagenverzeichnis

1. Lageplan mit Lage der Untersuchungspunkte, M 1:500

- 2.1-4 Bohrprofile nach DIN 4023, M 1:25

3. Wassergehalt nach DIN 18121 und Wasserbindevermögen nach NEFF

Verwendete Unterlagen

- 1. Karten:**
 - Geologische Karte von NRW,
Blatt 5109 Lohmar,
M 1:25.000,
Geologisches Landesamt NRW,
Krefeld 1978

- 2. Pläne:**
 - Ausschnitt aus dem Bebauungsplan-
Entwurf, Nr. 99, „Hochhausener Weg“
der Stadt Siegburg, M 1:250

 - Lageplan, M 1:250, Stand: 28.08.2013,
ABE-Plan, Kierspe

Verwendete Software:

- Profil Tec,
GeoLogik Software GmbH,
Version 6.6

- GGU Software,
Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik GmbH,
Programmsystem Laborauswertungen (bodenmechanische Laborversuche)

1. Vorgang und Aufgabenstellung

An der Siegburger Straße/Hochhausener Weg in Siegburg-Braschoß soll ein Wohngebiet erschlossen werden. Dazu liegt von der Stadt Siegburg der Bebauungsplan-Entwurf, Nr. 99, „Hochhausener Weg“ vor.

Für die weitere Planung der T-förmigen Erschließungsstraße waren geotechnische Untersuchungen zur Erkundung des Baugrundes durchzuführen. Die Ergebnisse waren in einem Gutachten mit Angaben zum Kanal- und Straßenbau zusammenzufassen.

Auf Grundlage des Angebotes vom 12.09.2014 erhielt S&J über das Büro ABE-Plan mit Schreiben vom 06.10.2014 von der Sommerhäuser-Müller GbR den Auftrag zur Durchführung der Baugrunderkundung.

2. Untersuchungsmethodik

Die Erkundung des Baugrundes im Bereich der geplanten Erschließungsstraße erfolgte am 27.10.2014 durch die nachfolgend aufgelisteten Untersuchungen:

- 4 x Bohrungen mit Rammkernsonden (60/50/36 mm Nennweite) bis zum Ende des Bohrfortschrittes (BS 1 bis BS 4)
- Profilaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1 bzw. DIN EN ISO 14689-1 und die Entnahme von charakteristischen Bodenproben

Weiterhin wurden folgende Leistungen erbracht:

- Einmaß und Nivellement aller Sondierpunkte und maßstabsgerechte Darstellung in einem Lageplan (Anlage 1)
- Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN 4023 (Anlage 2.1 – 2.4)

Für das Nivellement der Sondierpunkte wurde der in der Siegburger Straße, auf Höhe des Flurstücks Nr. 237, gelegene Schachtdeckel verwendet, der nach dem amtlichen Lageplan eine Höhe von 216,39 m NHN besitzt.

Bodenmechanisches Labor (siehe Anlage 3):

- 5 x Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121
- 5 x Bestimmung des Wasserbindevermögens nach NEFF

3. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

3.1 Geologische Verhältnisse / Schichtenbeschreibung

Regionalgeologisch gesehen liegt das Bebauungsplangebiet im Bereich eines Höhenrückens im Rheinischen Schiefergebirge. In der amtlichen geologischen Karte, Blatt 5109 Lohmar, sind im Plangebiet Lößlehme bzw. Löß über devonischem Fels kartiert (siehe Abbildung 1).

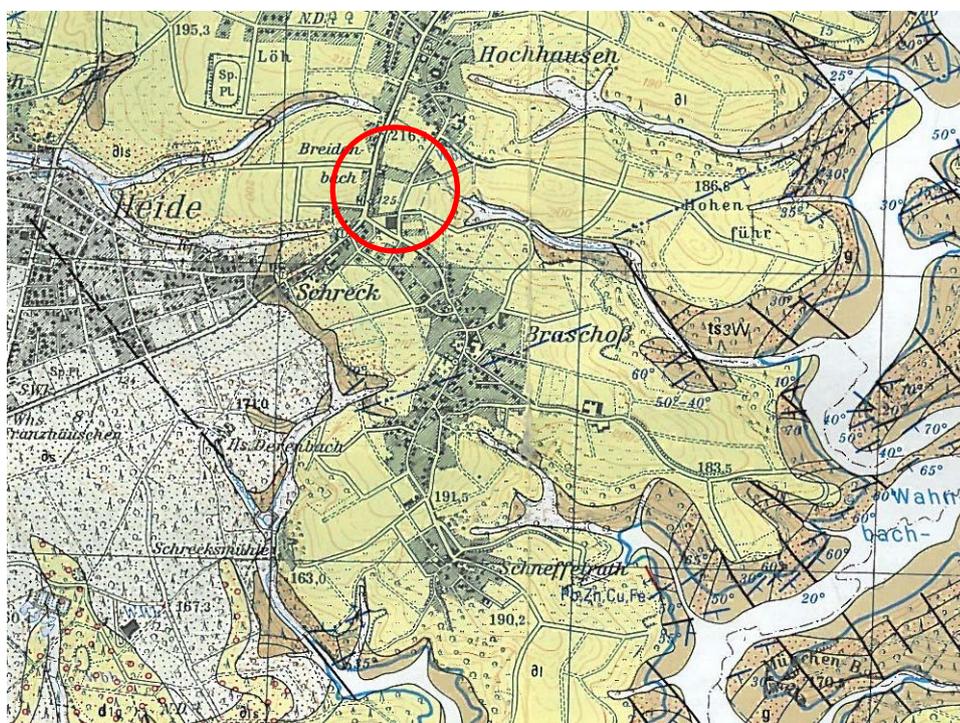


Abbildung 1: Ausschnitt aus Geologischer Karte, Blatt 5109 Lohmar, M 1:25.000, mit Lage des Untersuchungsgebietes, Geologisches Landesamt NRW, Krefeld, 1978

Nach den Ergebnissen der Bohrungen lassen sich im Bebauungsplangebiet nachfolgende ingenieurgeologische Einheiten differenzieren:

Einheit 1: Oberboden / Auffüllungen

Auffüllungen wurden lediglich im Bereich der Bohrung BS 4 festgestellt. Es handelt sich dabei um ein 25 cm starkes Gemisch aus Kiessand und Schotter.

In den übrigen Bereichen wurden nur natürlich anstehende Böden angetroffen. Der Oberboden-Horizont ist ca. 0,3 – 0,4 m mächtig.

Einheit 2: Lößlehm

Unter dem Oberboden folgt ein sandiger Schluff mit lediglich weich bis steifer Konsistenz. Im Bereich von BS 1 steht er lediglich bis 0,8 m Tiefe, in den übrigen Bereichen bis zwischen 1,6 – 1,8 m Tiefe an.

Einheit 3: Verwitterungslehm

Unter der Lößlehmauflage folgt ein kiesig-toniger Schluff mit halbfester bis fester Konsistenz. Dieser Schluff ist aus der vollständigen Verwitterung des unterlagernden Festgesteins (siehe Einheit 4) entstanden. Mit zunehmender Tiefe nimmt daher die Festigkeit zu und es erfolgt ein kontinuierlicher Übergang in den nur mäßig bis schwach verwitterten Fels, der ab dem Ende des Bohrfortschrittes zu erwarten ist. Lokal (BS 3) ist der Verwitterungslehm auch als Stein-Kies-Schluff-Gemisch anzusprechen.

Einheit 4: Fels (Devon)

Ab dem Ende des Bohrfortschrittes stehen mäßig bis schwach verwitterte Schluff-/Tonsteine mit lokalen Sandsteinbänken an. Mit zunehmender Tiefe wird der Verwitterungsgrad des Fels abnehmen. Gemäß geologischer Karte stehen die zu den Wahnbach-Schichten des Unterdevons zählenden Tonschiefer mit Grauwacken mit einer Mächtigkeit von über 800 m an.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Bei den bis maximal 3,3 m Tiefe abgeteufte Bohrungen wurden während der Bohrarbeiten keine Wasserzutritte verzeichnet. Bei den Messungen nach Abschluss der Arbeiten waren alle Bohrungen trocken.

Aus benachbarten Untersuchungen ist aber bekannt, dass in dem Verwitterungslehm lokal Schichtwasserhorizonte vorhanden sind. Je nach Tiefenlage des Kanals muss daher mit geringfügigen Schichtwasserzutritten gerechnet werden, die aber in offener Wasserhaltung mit einer Pumpe abgeleitet werden können.

Grundwasser i.e.S. ist im Bereich der untersuchten Fläche nach den Angaben der hydrologischen Karte, Blatt 5109 Lohmar, erst in einer Tiefe ab ca. 10 – 15 m unter Gelände als Kluftgrundwasser zu erwarten.

Das Bebauungsplangebiet befindet sich nach den S&J vorliegenden Unterlagen sowie den unter ELWAS.WEB einsehbaren Karten bereits **außerhalb** des Wasserschutzgebietes der Wahnbachtalsperre. Die Grenze verläuft in der angrenzenden Siegburger Straße bzw. im Hochhausener Weg.

4. Bodenmechanische Kennwerte

4.1 Bodenkennwerte (mittlere Rechenwerte)

a) Lößlehm (Schluff, sandig, weich bis steif):

Wichte	cal. γ	= 17,0 – 19,0 kN/m ³
Kohäsion	cal. c'_k	= 2 – 4 kN/m ²
Reibungswinkel	cal. φ'_k	= 25,0°
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 3 – 7 MN/m ²

b) Verwitterungslehm (Schluff, kiesig-steinig, tonig, halbfest bis fest):

Wichte	cal. γ	= 18,0 – 20,0 kN/m ³
Reibungswinkel	cal. φ'_k	= 27,5° – 30,0°
Kohäsion	cal. c'_k	= 4 – 8 kN/m ²
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 10 – 20 MN/m ²

c) devonischer Fels (ab Ende des Bohr- bzw. Rammfortschrittes):

Wichte	cal. γ	= 20,0 – 22,0 kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	cal. φ'_k	= 27,5° (Lage des Trennflächen- gefüges unbekannt, daher höhere Werte problematisch)
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 50 – >100 MN/m ²

4.2 Bodenklassen nach DIN 18300

- Oberboden:	Klasse 1
- Lößlehm:	Klasse 4
- Verwitterungslehm:	Klasse 4 – 5
- Fels ab Ende des Bohrfortschrittes:	Klasse 6 – 7

4.3 Bodengruppen nach DIN 18196

- Oberboden:	OU, OT
- Lößlehm:	UL, SU*
- Verwitterungslehm:	UL, GU*

5. Kanalbau

5.1 Gründung

Eine Detailplanung für den Kanalbau liegt derzeit noch nicht vor.

Liegen die Kanalsohlen bereits im Verwitterungslehm oder sogar schon im verwitterten Fels, so können die Kanalrohre und Schächte ohne zusätzliche Maßnahmen gegründet werden. Ein Aufweichen des Lehms oder des verwitterten Fels ist aber in jedem Fall zu vermeiden. Kommt es zu einem Aufweichen durch Niederschläge oder zutretendes Schichtenwasser, so sind die aufgeweichten Bereiche auszubauen und durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Liegen die Kanalsohlen relativ flach noch im Lößlehm, so schlagen wir vor, in diesen Bereichen bei nur weich bis steifer Konsistenz der Lehme einen zusätzlichen Bodenaustausch von 30 cm unter der unteren Bettungsschicht gemäß Bettung Typ 1 nach DIN EN 1610 mit Schotter 0/32 oder 0/45 mm vorzusehen.

In Übergangsbereichen zwischen Lößlehm und Verwitterungslehm empfehlen wir, auf einer Länge von ca. 10 m den Bodenaustausch in Richtung Verwitterungslehm weiter zu ziehen, um eine Vergleichmäßigung im Übergangsbereich zu erhalten.

5.2 Kanalgrabenverfüllung

Die oberflächennah anstehenden Lößlehme mit nur weich bis steifer Konsistenz sind für eine Wiederverfüllung der Kanalgräben im natürlichen Zustand nicht geeignet. Diese Böden könnten lediglich dann verwendet werden, wenn sie durch bodenverbessernde Maßnahmen aufbereitet würden. In diesem Fall wäre dann zunächst eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Der im tieferen Untergrund anstehende Verwitterungslehm kann für die Verfüllung der Kanalgräben bis 0,5 m unter Straßenplanum verwendet werden. Voraussetzung

ist eine saubere Trennung von den oberflächennah anstehenden Lößlehmen sowie das Vermeiden des Aufweichens durch Niederschläge. Reicht der vorhandene Boden nicht für die Wiederverfüllung aus, so ist Fremdmaterial anzuliefern und einzubauen.

Wird bei größeren Einschnittstiefen sogar Fels angetroffen, so kann dieser ebenfalls für die Verfüllung der Kanalgräben bis 0,5 m unter Straßenplanum verwendet werden. Wir empfehlen in diesem Fall, den Fels-Aushub mit dem Verwitterungslehm zu mischen, um das Material zu vereinheitlichen. Für die Verfüllung ist der Fels in maximal kleinerer Steinkorngröße (bis 10 cm) zulässig. Größere Steine und Blöcke sind entweder kleinzubrechen oder auszusortieren.

Ab 0,5 m unter Straßenplanum gelten erhöhte Anforderungen hinsichtlich Verdichtungsgrad und Tragfähigkeit. Wir empfehlen, in diesem Bereich den Kanalgraben mit dem Material zu verfüllen, mit dem auch der Oberbau der Straßen hergestellt wird (z. B. Schotter der Körnung 0/45 mm).

Prinzipiell sind beim Verfüllen der Kanalgräben die Verlegeanleitungen der Rohrhersteller sowie die DIN EN 1610 zu beachten.

5.3 Verdichtungsanforderungen

Es sind hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen die einschlägigen Richtlinien und Normen in ihrer jeweils aktuellen Fassung zu berücksichtigen.

Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610: „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen“
- Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127: „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und –leitungen“

- Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 139: „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanäle“
- ZTVE-StB 09: „Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“

5.4 Sicherung der Kanalgräben

Bei der Sicherung der Kanalgräben ist grundsätzlich die DIN 4124 „Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ in ihrer jeweils aktuellen Fassung zu beachten. In Abhängigkeit der Tiefenlage der geplanten Kanäle ist ein entsprechender Verbau zu wählen.

6. Straßenbau

6.1 Frostempfindlichkeit

Im Mittel ist davon auszugehen, dass die auf Planumsniveau anstehenden Lößlehme der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen sind. Die Mindeststärke des Oberbaus der Straßen nach RStO 12 ist daher dementsprechend zu bemessen (siehe auch Kapitel 6.3).

6.2 Planum

Nach RStO 12 bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad des Planums muss bei fein- und gemischtkörnigen Böden $D_{Pr} \geq 97 \%$ betragen.

Davon ausgehend, dass die Erschließungsstraße in etwa geländegleich liegen wird, werden auf Planumsniveau überwiegend bindige, sehr frostempfindliche Lößlehme mit im Mittel nur weich bis steifer Konsistenz anstehen.

Auf diesen Böden werden sich die o.g. Werte, insbesondere bei schlechter Witterung, **nicht** nachweisen lassen ($> 45 \text{ MN/m}^2$).

Wir schlagen daher vor, im Bereich der Erschließungsstraße zusätzlich zu den Vorgaben der RStO 12 (siehe Kapitel 6.3) einen **zusätzlichen** Bodenaustausch mit Mineralstoffgemisch 0/45 mm (gebrochenes Material, d.h. Schotter) in einer Stärke von 0,3 m vorzusehen¹² und auf $D_{Pr. 100 \%}$ zu verdichten.

Es ist **grundsätzlich** darauf zu achten, dass das Planum nicht durch Niederschläge aufweicht und der auf Planum anstehende Boden dadurch noch geringer tragfähiger wird. Günstig sind in diesem Fall mehrere, kleinere Bauabschnitte. Ist dies nicht möglich sollten die in der ZTV E-StB 2009 angegebenen Schutzmaßnahmen, wie zum Beispiel Belassen einer abdichteten Schutzschicht über dem Planum aus anstehendem Boden bis zum vorgesehenen Einbau der Frostschutzschicht oder sofortiger Einbau der ersten Tragschicht, befolgt werden.

Der Vollständigkeit halber weisen wir darauf hin, dass prinzipiell das Planum auch durch eine Bodenverbesserung stabilisiert werden könnte. Angaben zu Art und Menge des erforderlichen Bindemittels erfordern eine Eignungsuntersuchung.

6.3 Oberbau

Die Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus hängt nach RStO 12 von der Belastungsklasse der Verkehrsflächen sowie der Frostempfindlichkeit der Böden ab. Die Belastungsklasse der Verkehrsflächen ist vom Planer vorzugeben, die **Frostempfindlichkeitsklasse** ist **F 3**.

¹ Empirisch ermittelt nach FLOSS (2011), Seite 330, Bild 83 – durch Plattendruckversuche zu optimieren.

² FLOSS, RUDOLF (2011): Handbuch ZTVE-StB, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau

Als Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gibt die RStO 12 wie folgt vor:

Tabelle 1: Mindestdicken nach RStO 12

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk 100 - Bk 10	Bk 3,2 - Bk 1,0	Bk 0,3
F 3	65	60	50

Folgende Mehr- oder Minderdicken sind zu berücksichtigen:

- a) Frosteinwirkung
da das Gebiet bereits im Rheinischen Schiefergebirge auf einem Höhenrücken liegt, empfehlen wir die Berücksichtigung der Zone II: + 5 cm
- b) bei **künftiger** geschlossener seitlicher Bebauung: - 5 cm
- c) Wasser: ± 0 cm (keine Veränderungen)
- d) Lage der Gradienten: etwa in Geländehöhe bis < 2,0 m Damm
 ± 0 cm (keine Veränderungen)
- e) Ausführung der Randbereiche: hier ist der anzusetzende Fall noch von der Detailplanung festzulegen (± 0 cm oder - 5 cm)

7. Umweltgeologischer Hinweis

Aufgefüllte Böden wurden lediglich im Bereich von BS 4 bis 0,25 m Tiefe angetroffen. Es handelt sich dabei um natürliches Bodenmaterial (Kiessand und Schotter). Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

Hinweise auf Verunreinigungen im Untergrund in den natürlich anstehenden Böden liegen aufgrund der Bohrergebnisse **nicht** vor.

Aufgrund der von S&J durchgeführten Untersuchungen bestehen aus umweltgeologischer Sicht daher keine Bedenken.

8. Hinweis

Bohrungen können nur Angaben über die Bodenbeschaffenheit an den jeweiligen Untersuchungsstellen machen. Daraus entwickelt der Geologe ein dreidimensionales Bild der Baugrundverhältnisse. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den einzelnen Bohrpunkten können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Eine Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch die Bauleitung und eine Überprüfung der beim Aushub angetroffenen Böden mit den Untersuchungsergebnissen bleibt daher erforderlich.

Für Fragen bei der Detailplanung oder Bauausführung stehen wir im Auftragsfall gerne zur Verfügung.

9. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Abnahme der Kanalgrabensohlen
- die Kontrolle der Verdichtung der Grabenverfüllungen
- die Abnahme des Planums und der Tragschichten im Straßenbereich durch Plattendruckversuche

Siegburg, 03.11.2014

gez. Thomas G. Jossen
(Beratender Ingenieur)

Geschäftsführung

gez. i. A. Wilfried Jooß
(Dipl.-Geol.)

Projektleiter

. Ausfertigung