



DIPL.-ING. (FH) M. LITWIN, AN DEN BERGEN 63, 14552 MICHENDORF

## Baugrund - Gutachten

**Bauvorhaben:** Gräbendorf, Prieroser Landstraße

**Flurstück 217**

**Objekt:**

Wohnbebauung

**Bearb.-Nr.:**

H22-838

**Untersuchungsstufe:**

Hauptuntersuchung

**Geotechnische Kategorie:**

2

**Auftraggeber:**

Eigenheim Union 1898

Sechste Massivhaus GmbH

Mittelstraße 7

12529 Schönefeld

**Aufgestellt:**

Michendorf, den 13. Juli 2022



Dipl.-Ing. (FH) Matthias Litwin

Inhalt	Seite	
<b>1</b>	<b>Vorgang / Verwendete Unterlagen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Standortbedingungen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Boden- und Wasserverhältnisse</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Bodenkennwerte</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Beurteilung der Baugrundverhältnisse</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Gründungstechnische Schlussfolgerungen</b>	<b>5</b>
6.1	Gründungsart und -tiefe	5
6.2	Bettungsmodul / aufnehmbarer Sohldruck / Setzungsverhalten	6
<b>7</b>	<b>Bauwerksabdichtung</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Regenwasserversickerung</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Hinweise zu den Erdarbeiten / Wasserhaltung</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>10</b>

Anlagen:

1	Aufschlussplan
2.1 - 2.13	Aufschlussprofile und Widerstandslinien der Rammsondierungen
3.1 - 3.3	Fundamentdiagramme

## **1. Vorgang / Verwendete Unterlagen**

Auf einem Areal an der Prieroser Landstraße in Gräbendorf (Flurstück 217) ist der Neubau von 13 Wohnhäusern vorgesehen. Die nicht unterkellerten, zweigeschossigen Gebäude mit Grundflächen von etwa 120 ... 150 m<sup>2</sup> sollen flach gegründet werden. Weitere konstruktive Details, wie insbesondere die Höheneinordnung der Baukörper, waren zum Bearbeitungszeitpunkt nicht bekannt.

Mein Büro wurde beauftragt, Baugrunderkundungen für dieses Vorhaben durchzuführen und im Ergebnis ein Baugrundgutachten mit Aussagen zur Tragfähigkeit des Bodens und Hinweisen zu den Gründungsarbeiten zu erarbeiten.

Dem Bearbeiter standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U 1] schematischer Lageplan
- [U 2] Topografisches, geologisches und hydrologisches Kartenmaterial
- [U 3] Ergebnisse unserer Baugrunderkundungen vom Juli 2022
- [U 4] DIN 1054:2005-01 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [U 5] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“

## **2. Standortbedingungen**

Das betrachtete Quartier befindet sich im östlichen Bereich der Ortslage Gräbendorf, welche sich in die Gemeinde Heidesee eingliedert. Das Terrain ist durch eine nahezu unbewegte Topographie gekennzeichnet, wobei konkrete Höhenordinaten nicht bekannt sind. Angaben über mögliche Vorgängerbebauungen des derzeit unbebauten Areals liegen dem Unterzeichner nicht vor.

## **3. Boden- und Wasserverhältnisse**

### **Erkundung des Baugrundes**

Zur Erkundung des Baugrundes haben wir 26 Kleinbohrungen bis zu einer Tiefe  $t_{\max} = 6.0$  m unter OK Gelände abgeteuft. Im Bereich von 13 Aufschlusspunkten wurden zur Beurteilung der tragfähigkeitsbestimmenden Eigenschaften der anstehenden Böden zudem Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL-5) bis 3.0 m Tiefe niedergebracht.

Die Sondieransatzpunkte, deren Lage dem beigefügten Aufschlussplan entnommen werden kann, haben wir nicht gesondert eingemessen. Die in Anlage 2 ausgewiesenen Höhenordinaten beziehen sich auf OK Gelände.

### Ergebnisse der Kleinbohrungen

Detaillierte Angaben zu Bodenhauptart, Beimengungen, Beschaffenheit, Bodenklasse und Farbe sowie die zugeordneten Höhenordinaten können den Bohrprofilen (Anlage 2) entnommen werden.

Unter der hier etwa 0.3 ... 0.8 m mächtigen, teils mit Bauschutt vermengten

***humosen Oberbodendecke (OH / A)***

wird der Baugrund im aufgeschlossenen Tiefenbereich von enggestuften

***nichtbindigen Sanden (SE)***

der verschiedenen Fraktionen geprägt.

- Vor allem im dritten Bodenmeter, lokal jedoch auch bis in größere Tiefen, waren darüber hinaus verbreitet auch mehr oder weniger mächtige Horizonte bindiger Böden anzutreffen, welche hier als ***tonig-schluffige Sande (SU\* / ST\*)*** in Erscheinung treten. Deren Konsistenz schwankte zum Erkundungszeitpunkt zwischen weich- und steifplastisch.
- An SB 19 und 21 sind unter dem humosen Oberboden, bis etwa 2 m Tiefe erhöhte Feinkorngehalte vermerkt worden, so dass diese Böden dann als ***schluffige Sande (SU\*)*** zu klassifizieren waren. Plastische Eigenschaften konnten jedoch nicht festgestellt werden.

### Ergebnisse der Rammsondierung

Ausgehend von den in Anlagen 2 neben den zugehörigen Bohrprofilen dargestellten Widerstandslinien der durchgeführten Rammsondierungen RS (DPL-5) ist den anstehenden Sanden ohne plastische Eigenschaften eine überwiegend

***mitteldichte Lagerung***

zuzuordnen. Lediglich an RS 19, 21 und 25 deuten die Schlagzahlen auf eine zumeist

***lockere Lagerung***

hin.

### Wasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten, am 12.07.2022, ist an allen Sondierstellen

***Grundwasser bei Flurabständen von etwa 1.6 ... 2.1 m***

angeschnitten worden. Zur Beurteilung des Grundwasserschwankungsverhaltens haben wir beim Landesumweltamt hydrologische Daten zu Grundwassermessstellen im Umfeld des Vorhabens beantragt. Das Antwortschreiben lag zum Bearbeitungszeitpunkt noch nicht vor und wird bei Erhalt nachgereicht.

Vorbehaltlich sich daraus ergebender Präzisierungen kann der höchste zu erwartende Grundwasserstand zunächst mit

$$HGW = 0.4 \text{ m unter OK Gelände}$$

und der für die Versickerung bemessungswirksame mittlere höchste Grundwasserstand mit

$$MHGW = 1.4 \text{ m unter OK Gelände}$$

angenommen werden. Zur Angabe absoluter Bemessungswasserstände ist dem Unterzeichner der amtliche Lageplan vorzulegen.

#### **4. Bodenkennwerte**

Den maßgebenden Baugrundsichten werden die folgenden Bodenkennwerte zugeordnet:

Tabelle 1: Bodenkennwerte

Tiefe von - bis ca. [m]	Bodengr. nach DIN	Bodenkl. nach DIN	Wichte Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte erdfeucht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	K <sub>f</sub> -Wert [m/s]	Frostempfindlichkeit
	18196	18300							
Sand; enggestuft, mitteldicht ( <b>nichtbindige Sande</b> )									
	SE	3	10	18	32.5	0	25 - 35	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-5</sup>	F 1
Sand; tonig-schluffig, weich- bis steifplastisch ( <b>Geschiebelehm</b> )									
	SU*/ST*	4	10 - 11	20 - 21	25 - 27.5	0	8 - 15	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-9</sup>	F 3

#### **5. Beurteilung der Baugrundverhältnisse**

Die am Standort unter den Deckschichten (OH / A) vorgefundenen Böden sind durch eine überwiegend mitteldichte Lagerung (SE) bzw. weich- bis steifplastische Konsistenz (SU\* / ST\*) gekennzeichnet und weisen bezüglich der geplanten Bebauung insgesamt

***ausreichende Tragfähigkeitseigenschaften auf.***

#### **6. Gründungstechnische Schlussfolgerungen**

##### **6.1. Gründungsart und -tiefe**

Nach den festgestellten Baugrundverhältnissen kann die Gründung der Wohnhäuser zumeist mittels

***tragender Bodenplatte (mit umlaufender Frostschräge)***

***oder auf Streifenfundamenten***

erfolgen. Lediglich für die Baukörper 9 - 14 (SB 19 - 22 sowie 25 / 26) muss aufgrund festgestellter Baugrundschwächen auf einen Lastabtrag mittels lastverteilernder

***tragender Bodenplatte (mit umlaufender Frostschräge)***

orientiert werden.

## **6.2. Bettungsmodul / Setzungsverhalten**

### **Bettungsmodul (Plattengründung)**

Sofern das Höhengniveau UK Bodenplatte in etwa dem derzeitigen Terrain entspricht, besteht für eine Plattengründung keine Grundbruchgefahr. Anderenfalls ist der Unterzeichner zu konsultieren.

Der Bettungsmodul  $k_S$  kann nach DIN 4015 durch die Formel  $k_S = \sigma_0/s$  berechnet werden. Aus Erfahrungen ist bekannt, dass bei Ansatz dieser Formel Bettungsmoduli berechnet werden, die sehr viel geringer als die tatsächlich in der Praxis bestätigten und angewendeten Werte sind. Üblicherweise werden zur besseren Näherung nicht die Setzungen  $s$ , sondern die Setzungsdifferenzen  $\Delta s$  in die o.g. Formel eingesetzt. Sofern die Bemessung der Bodenplatte mit dem Bettungsmodulverfahren erfolgen soll, kann ein Bettungsmodul

$$k_S = 8 \text{ MN/m}^3 \text{ (Baukörper 9 - 14)}$$

bzw.

$$k_S = 15 \text{ MN/m}^3 \text{ (restliche Baukörper)}$$

in Ansatz gebracht werden.

### **aufnehmbarer Sohldruck (Streifenfundamente ohne Baukörper 9 - 14)**

Unter der Voraussetzung einer sachgerechten Durchführung der Gründungsarbeiten haben wir den aufnehmbaren Sohldruck  $\sigma_{zul}$  für mittig und vertikal belastete Streifenfundamente nach den Maßgaben der DIN 1054:2005-01 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau an einem kennzeichnenden Profil berechnet. Dabei sind wir von folgenden Berechnungsgrundlagen ausgegangen:

- ◆ Teilsicherheitsbeiwerte für den Lastfall 1
- ◆ Anteil veränderlicher Lasten zur Gesamtlast = 0.5
- ◆ Einbindung der Außenfundamente  $\geq 0.8$  m unter OK Gelände
- ◆ Gewährleistung der Einbindung der Außenfundamente gemäß Anlage 3.1, Systemskizze links  
(maximales Gefälle im Umfeld der Baukörper, bis zu einem Abstand vom Haus von 4 m: 2°)
- ◆ Einbindung der Innenfundamente  $\geq 0.5$  m unter UK Bodenplatte
- ◆ Mächtigkeit der Bodenplatte mindestens 15 cm

Die Grundbruchnachweise sind in Anlage 3 dargestellt. Demnach ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführten aufnehmbaren Sohldrücke  $\sigma_{zul}$ . Die angegebenen Tabellenwerte gelten für lotrechten und mittigen Kraftangriff. Bei außermittigen Belastungen ist die Fundamentfläche entsprechend den Vorgaben der DIN 1054 zu verkleinern. Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohllwiderstandes können die Tabellenwerte mit dem Faktor 1.4 multipliziert werden.

Tabelle 2: aufnehmbare Sohldrücke  $\sigma_{zul}$  für Streifenfundamente; Setzungen < 2 cm

kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	aufnehmbarer Sohldruck in kN/m <sup>2</sup> bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von [m]					
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
[m]						
0.8 u. OKG (Außenfundamente)	149	155	162	168	166	132
1.0 u. OKG (Außenfundamente)	172	179	186	165	144	145
0.5 u. UK Bodenplatte (Innenfundamente)	180	188	196	204	212	220

### Setzungsverhalten

Bei den angegebenen Belastungsgrenzen und ordnungsgemäßer Bauausführung sind nur geringe Setzungen in der Größenordnung < 2 cm zu erwarten.

## 7. Bauwerksabdichtung

Am Standort ist nach derzeitigem Kenntnisstand in Extremsituationen ein Grundwasseranstieg bis HGW ~ 0.4 m unter OK Gelände zu erwarten. Unter der Voraussetzung, dass

- die unterste Abdichtungsebene der Bodenplatte mindestens 0.5 m über dem noch zu präzisierenden Bemessungswasserstand (HGW) angeordnet wird,
- durch die Höheneinordnung der Baukörper sowie die Geländemodellierung ein Kontakt der Abdichtungsebene der Bodenplatten und des Sockelputzes mit Oberflächenwasser auszuschließen ist und
- für die Auffüllungen unterhalb der Bodenplatte sowie im Hinterfüllbereich Böden mit einer Durchlässigkeit  $k_f > 10^{-4}$  m/s verwendet werden,

kann für die Abdichtung der Bodenplatte gemäß DIN 18533 von der

### **Wassereinwirkungsklasse W1.1-E**

(Bodenfeuchte) ausgegangen werden. Für die Sockelabdichtung gilt dann W4-E.

- Anderenfalls ist die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E in Ansatz zu bringen.

## 8. Regenwasserversickerung

### Grundlagen

Die Beurteilung der Eignung von Böden für die Errichtung von Versickerungsanlagen erfolgt nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“.

Danach muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen besitzen. Diese Voraussetzungen sind bei Böden gegeben, deren Durchlässigkeiten im Bereich  $k_f > 1 \times 10^{-5}$  m/s liegen und enden spätestens bei  $5 \times 10^{-6}$  m/s.

### **Bodenverhältnisse**

Tabelle 3: Bemessungswerte Sickerfähigkeit der über dem Grundwasser anstehenden Böden

Bodenart	Tiefe [m unter OKG]	k-Wert [m/s]	Eignung zur Versickerung
Oberboden (OH)		$\sim 10^{-5}$	geeignet
nichtbindige Sande (SE)		$\sim 3 \times 10^{-5}$	geeignet
Geschiebelehm (SU* / ST*)		$< 10^{-7}$	ungeeignet

### **Wasserverhältnisse**

Von besonderer Bedeutung ist zudem, dass zum Schutz des Grundwassers die notwendige Passage des Niederschlagswassers durch eine ausreichend mächtige ungesättigte Zone gewährleistet wird. Davon kann im Regelfall ausgegangen werden, wenn zwischen Unterkante Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand ein Abstand von 1.0 m eingehalten wird.

Dieser wurde hier mit MHGW = 1.4 m unter OK Gelände abgeschätzt, so dass die

***Unterkante der Sickeranlagen nicht tiefer als 0.4 m unter OK Gelände***

angeordnet werden darf.

### **Vorschlag Versickerungstechnologie**

Nach den örtlichen Wasserverhältnissen muss auf oberflächennahe Technologien, wie

***begrünte Sickermulden***

orientiert werden.

- Zur Optimierung der Sickerleistung ist mit Ausnahme der Baukörper 11 ... 14 unterhalb der Anlagensohle ein Austausch der humosen Deckschichten (OH) gegen nichtbindige Sande der Bodengruppe SE zu empfehlen. Dazu kann beispielsweise sandiger Aushub (Fundamentaus-hub / Aushub aus den Erschließungsstraßen) verwendet werden.
- Die Anlagen sollten möglichst weit vom Bauwerk entfernt angeordnet werden und dürfen grundsätz-lich nicht im Hinterfüllbereich liegen, um eine Beeinflussung des Bauwerkes durch Sicker-wässer auszuschließen.
- Starkniederschlagsereignisse können trotz ausreichend bemessener Versickerungsspeicher zu einer Überlastung der Anlage führen. Es muss also bei der Geländemodellierung Vorsorge ge-troffen werden, dass in diesen Fällen das überschüssige Regenwasser schadlos abfließen kann, ohne dass eine Beeinträchtigung Dritter bzw. des Gebäudes zu besorgen ist.



## **9. Hinweise zu den Erdarbeiten / Wasserhaltung**

### **Bodenklassen**

In den maßgebenden Tiefen, unter dem Oberboden (OH), stehen hier überwiegend Böden der

#### ***Bodenklassen 3***

an. Eine detaillierte Zuordnung kann den Bohrprofilen in Anlage 2 entnommen werden.

### **Baugruben**

Baugruben sind im Sinne der DIN 4124 senkrecht geböscht, unter bestimmten Randbedingungen, bis 1.25 m Tiefe unverbaut kurzzeitig standfest. Im Falle tieferer unverbauter Baugruben sind die Böschungen in den anstehenden Sanden, ohne rechnerischen Nachweis, mindestens auf einen

#### ***Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$***

abzuflachen.

### **Erdarbeiten / Gründungssohlen**

- In den Bauflächen ist der etwa 0.3 ... 0.8 m mächtige **humose Oberboden (OH)** vollständig, ggf. unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von  $45^\circ$  abzutragen. Dabei ist zu beachten, dass dieser örtlich auch eine größere Schichtmächtigkeit aufweisen kann.
- Nach den Erkundungsergebnissen sind in den nun vorliegenden **Aushubsohlen** zumeist nichtbindige Sande zu erwarten. Bei abweichenden Bodenverhältnissen ist der Unterzeichner zu informieren. Die Aushubsohlen sind mit einer etwa 0.5 m tief wirkenden Rüttelplatte intensiv zu verdichten.
  - Im Bereich der Baukörper 11 - 14 sind, abweichend davon, schwach bindige schluffige Sande (SU\*) zu erwarten, welche wasserempfindlich und somit vor Feuchtezutritt zu schützen sind. Sofern aufgeweichte Partien anstehen, kann sich ein weiterer Ausbau dann unzureichend tragfähiger Ablagerungen notwendig machen. Zur Festlegung ggf. notwendiger Maßnahmen sind diese Aushubsohlen durch den Unterzeichner abzunehmen. Dabei ist auch festzulegen, ob eine Verdichtung der Aushubsohlen sinnvoll ist.
- Nun können geeignete **Böden bis zur Auflageebene der Bodenplatten** eingebaut werden. Der Einbau muss bei sachgerechter Verdichtung erfolgen. Dazu ist die Verwendung nichtbindiger Sande zu empfehlen. Sofern der Bauwerksabdichtung die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E zu Grunde gelegt wird, sind Böden mit einer Durchlässigkeit  $k_r \geq 10^{-4}$  m/s einzubauen.
- Im Anschluss können die **Fundamentgräben** ausgehoben werden. Der Aushub ist mit einer glatten Baggerschaufel vorzunehmen, um Auflockerungen zu vermeiden.

- Für unterhalb Gründungsebene anstehende und einzubauende Böden ist ein **Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 98$  %** an mindestens 4 Prüfstellen je Baukörper, in unterschiedlicher Tiefe nachzuweisen.
- Falls die **Bauzeit in eine Frostperiode** fällt, muss auf geeignete Weise verhindert werden, dass der Frost in den Bereich unterhalb der Gründungssohle eindringen kann.

### **Hinterfüllung**

Für Hinterfüllungen können im Allgemeinen alle humusfreien Böden verwendet werden, wenn sie sich in verdichtbarem Zustand befinden. Sofern der Bauwerksabdichtung die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E zu Grund gelegt wird, sind Böden mit einer Durchlässigkeit  $k_f \geq 10^{-4}$  m/s zu verwenden. Die Verfüllmaterialien sind lagenweise einzubauen und auf  $D_{Pr} \geq 97$  % zu verdichten.

### **Wasserhaltung**

Im Gründungsbereich ist, abgesehen von absoluten Extremsituationen, nicht mit Grundwassereinfluss zu rechnen, so dass im Normalfall

***keine Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig***

werden. Im Bereich der Baukörper 11 - 14 ist darüber hinaus, zur unverzüglichen Ableitung in die Baugrube / Fundamentgräben eindringender Niederschlagswässer bzw. von Stauwässern eine

***offene Wasserhaltung***

für den Bedarfsfall einzuplanen.

## **10 Schlussbemerkungen**

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen und der geologischen Gesamtübersicht können die festgestellten Baugrundverhältnisse als repräsentativ für den Standort angesehen werden. Es handelt sich jedoch in jedem Fall um Punktaufschlüsse, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden, ist der Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

**Für Rückfragen steht mein Büro gern zur Verfügung.**