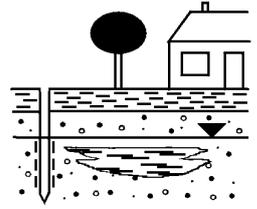


Geologisches Büro Thomas Voß

(Dipl. Geol.)
Blücherstraße 16
25336 Elmshorn

Tel.: 04121 / 4751721
Fax.: 04121 / 4751734
Mobil.: 0171 / 2814955
voss-thomas@t-online.de

Baugrunderkundungen
Gründungsgutachten
Versickerungsanlagen
Sedimentlabor



Bericht zur Baugrunderkundung und **Gründungsbeurteilung**

(01.06.2023)

Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege

Projektnummer: 23 / 077

Vorhaben: Baugrunderkundung und Gründungsbeurteilung
für den geplanten Bau eines Mehrfamilienhauses
(mit Teilkeller).

Auftraggeber: GbR Immobau Moorrege
Am Hög 12
25436 Moorrege

Bauort: Amtsstraße 12
25436 Moorrege

INHALTSVERZEICHNIS

- 1 Vorgang
- 2 Durchgeführte Untersuchungen
- 3 Schichtenaufbau
- 4 Grundwasserverhältnisse
- 5 Setzungsverhalten und Bodenkennwerte
- 6 Gründungsbeurteilung
- 7 Abdichtung des Kellers
- 8 Sonstige Hinweise

Anhang

- Grundbruch-/ Setzungsberechnungen
- Lageplan
- Bohrprofile
- Schichtenverzeichnisse
- Bodenanalyse
- Grundwasseranalyse

1 Vorgang

Das *Geologische Büro Thomas Voß* wurde beauftragt, für den Neubau eines Mehrfamilienhauses (mit Teilkeller) eine Baugrunderkundung durchzuführen und die Gründung zu beurteilen.

Das Grundstück war zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung mit einem unterkellerten Gebäude bebaut, welches abgerissen werden soll.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Am 16.05.23 wurden auf dem Grundstück 4 Rammkernsondierungen nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine maximale Tiefe von 8,00 m u. GOK (Geländeoberkante) abgeteuft. Das Probenmaterial wurde gemäß DIN 4022 angesprochen.

Die Höhen der Bohransatzpunkte wurden mittels Nivellement eingemessen (Höhenbezugspunkt siehe Lageplan).

Es wurde eine Bodenprobe entnommen, die bei der Gesellschaft für Bioanalytik (Pinneberg) nach LAGA Boden analysiert wurde (Ergebnis im Anhang).

Es wurde eine Grundwasserprobe entnommen, die bei der Gesellschaft für Bioanalytik (Pinneberg) bezüglich betonangreifender Stoffe analysiert wurde (Ergebnis im Anhang).

3 Schichtenaufbau

Die Bohrergebnisse sind im Anhang in Form von Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen dargestellt.

Bis in eine Tiefe von 1,10/2,00 m u. GOK wurden Auffüllungen und umgelagerter Mutterboden sondiert.

Darunter folgt bis 3,20/4,80 m u. GOK ein stark feinsandiger Mittelsand und mittelsandiger Feinsand. Der Bohrfortschritt lässt auf eine mitteldichte Lagerung schließen. Es handelt sich bei dem Sand um einen spät- bis nacheiszeitlichen Flugdecksand.

In RKS 2 ist von 1,50 bis 2,00 m u. GOK ein Mutterbodenhorizont im Flugdecksand eingelagert. Darunter ist der Flugdecksand bis 3,20 m u. GOK schwarz bis rostfarben. Die dunkle Färbung ist vermutlich auf Eisen- und Manganausfällungen und einem geringen humosen Anteil zurückzuführen. Die Laboranalyse zeigt einen TOC-Wert von 1,1 Masse-% TM.

Unter dem Flugdecksand folgt ein 0,70 bis 1,00 m mächtiger Schmelzwassersand, der sich aus einem feinsandigen Mittelsand mit weichen Geschiebelehmenschaltungen zusammensetzt.

Darunter wurde bis zu den Endteufen steif bis halbfester Geschiebemergel sondiert.

4 Grundwasserverhältnisse

In den offenen Bohrlöchern wurden Wasserstände zwischen 2,25 und 2,80 m u. GOK festgestellt. Dies entspricht einer Höhe von ca. 2,30 m unter Höhenbezugspunkt (OK Schachtdeckel, siehe Lageplan).

Der Flugdecksand stellt einen oberen, offenen Grundwasserleiter mit gut leitenden Eigenschaften dar.

Langzeitmessungen des Grundwasserspiegels liegen dem Unterzeichner nicht vor. Erfahrungsgemäß muss mit natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen im Bereich von +/- 1 m gerechnet werden.

Für die weitere Planung sollte ein Bemessungsgrundwasserstand von 1,30 m unter Höhenbezugspunkt berücksichtigt werden.

Laut Ergebnis der Grundwasseranalyse ist das Wasser bezüglich der Betonkorrosion in die **Expositionsklasse XA1** einzustufen (siehe Anhang).

5 Setzungsverhalten und Bodenkennwerte

Die humosen Auffüllungen und der Mutterboden sind als Baugrund ungeeignet.

Der Flugdecksand stellt eine gut tragfähige Bodenschicht dar. Auch der in RKS 2 von 2,00 bis 3,20 m u. GOK angetroffene, schwarze Flugdecksand hat aufgrund des nur sehr geringen Organikanteils gute Tragfähigkeitseigenschaften und muss nicht ausgetauscht werden.

Der Schmelzwassersand stellt grundsätzlich eine gut tragfähige Bodenschicht dar. Er enthält jedoch weiche Geschiebelehm einschaltungen, die die Tragfähigkeitseigenschaften verschlechtern. Ein Austausch ist nur dann notwendig, wenn die weichen Schichten in der Gründungssohle anstehen.

Der steif bis halbfeste Geschiebemergel stellt eine gut tragfähige Bodenschicht dar.

Unter Zugrundelegung der Erkenntnisse aus den Geländeaufschlüssen und aufgrund von Erfahrungswerten können folgende bodenmechanische Kennwerte angenommen werden:

| Bodenart | Bodenmechanische Kennwerte | | |
|---|-----------------------------------|------|---------------------------------|
| Auffüllsand (mitteldicht) | cal γ = | 19 | kN/m ³ |
| | cal γ' = | 11 | kN/m ³ |
| | cal φ' = | 32,5 | ° |
| | cal c' = | 0 | kN/m ² |
| | cal E_s = | 60 | MN/m ² (Steifemodul) |
| Flugdecksand (mitteldicht) | cal γ = | 19 | kN/m ³ |
| | cal γ' = | 11 | kN/m ³ |
| | cal φ' = | 32 | ° |
| | cal c' = | 0 | kN/m ² |
| | cal E_s = | 40 | MN/m ² (Steifemodul) |
| Schmelzwassersand, lagenweise weicher Geschiebelehm | cal γ = | 20 | kN/m ³ |
| | cal γ' = | 11 | kN/m ³ |
| | cal φ' = | 30 | ° |
| | cal c' = | 0 | kN/m ² |
| | cal E_s = | 15 | MN/m ² (Steifemodul) |
| Geschiebemergel (steif bis halbfest) | cal γ = | 21 | kN/m ³ |
| | cal γ' = | 11 | kN/m ³ |
| | cal φ' = | 28 | ° |
| | cal c' = | 10 | kN/m ² |
| | cal E_s = | 35 | MN/m ² (Steifemodul) |

Tab. 1: bodenmechanische Kennwerte

6 Gründungsbeurteilung

Das Mehrfamilienhaus soll teilweise unterkellert werden. Der Keller ist im Mittelteil des Gebäudes geplant. Die Kellersohle liegt voraussichtlich in einer Tiefe zwischen 2,50 und 3,00 m u. GOK.

Gründungsmaßnahmen

- a) Mutterboden, Auffüllungen und Restfundamente sind unter dem gesamten Baukörper bis zum gewachsenen Boden vollständig zu entnehmen. Sollten im Planum weiche oder humose Bodenschichten anstehen, so sind diese zu entnehmen.
- b) Der gewachsene Boden ist im nichtunterkellerten Bereich mittels Rüttelplatte intensiv nachzuverdichten.
- c) Die Wiederauffüllung bis zum Endplanum im nichtunterkellerten Bereich sollte mit einem lagenweise zu verdichtenden Auffüllsand (mindestens mitteldichte Lagerung) erfolgen.
- d) In der Gründungsebene des unterkellerten Bereiches wurde gut tragfähiger Flugdecksand sondiert. Sollten im Planum weiche Bodenschichten anstehen, so sind diese zu entnehmen.
- e) Zur Herstellung der Baugrube ist voraussichtlich eine geschlossene Wasserhaltung notwendig.

Das Gebäude kann im nichtunterkellerten Bereich sowohl auf Streifenfundamenten, als auch auf einer Gründungsplatte mit umlaufender Frostschutzschürze gegründet werden. Die Fundamente sollten auf das Gründungsniveau des unterkellerten Bereichs abgestuft herunter geführt werden. Der unterkellerte Bereich kann auf einer mittragenden Bodenplatte gegründet werden.

Zulässige Bodenpressung, Bemessungswert des Sohlwiderstands, Bettungsmodule, Steifemodule

Die zulässige Bodenpressung (DIN 1054 alt) und der Bemessungswert des Sohlwiderstandes (DIN 1054:2010-12 / Handbuch Eurocode 7) sind keine konstanten Bodenkenngrößen, sondern abhängig von den Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes, dem Grundwasserstand, der Geländemorphologie und den Abmessungen und Einbindetiefen der Fundamente. Daraus folgt, dass einem Untergrund nur in Abhängigkeit von den oben genannten Faktoren eine zulässige Bodenpressung/Bemessungswert des Sohlwiderstandes zugeordnet werden kann.

*Das **Bettungsmodul** ist keine konstante Bodenkenngröße, sondern Abhängig von den Setzungseigenschaften des Untergrundes, der Sohlpressung und den Fundamentabmessungen. Das Bettungsmodulverfahren eignet sich für den Fall einer schlaffen Gründung mit steifem Baugrund und Einzellasten in großen Abständen. Eine Verbesserung stellt das modifizierte Bettungsmodulverfahren dar. Hier werden bereichsweise unterschiedliche Bettungsmodule verwendet.*

*Dem Bettungsmodulverfahren vorzuziehen ist das **Steifemodulverfahren**. Die schichtenabhängigen Steifemodule können der Tabelle in Abschnitt 5 entnommen werden.*

nichtunterkellertes Bereich:

Das Grundbruch-/Setzungsverhalten in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen ist dem Diagramm im Anhang zu entnehmen. Zulässige Bodenpressungen und der Bemessungswert des Sohlwiderstandes für ausgewählte Fundamente können der folgenden Tabelle entnommen werden.

| Fundamentbreite [m] | Einbindetiefe [m] | zulässige Bodenpressung [kN/m²] | Bemessungswert des Sohlwiderstandes [kN/m²] | Setzung im kennz. Punkt [cm] |
|----------------------------|--------------------------|---|---|-------------------------------------|
| 0,30-1,00 | 0,80 | 200 | 286 | < 1 |

Tab. 2: zulässige Bodenpressungen, Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Setzungen für **Streifenfundamente** (Einstellungen siehe Berechnungsprotokoll im Anhang).

| Fundamentbreite [m] | zulässige Bodenpressung [kN/m ²] | Bemessungswert des Sohlwiderstandes [kN/m ²] | Setzung im kennz. Punkt [cm] |
|---------------------|--|--|------------------------------|
| 0,50-1,00 | 200 | 286 | < 1 |

Tab. 3: zulässige Bodenpressungen, Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Setzungen für ideelle Streifenlasten unter einer Gründungsplatte. Eine ausreichende Grundbruchsicherheit muss durch die Bemessung der Gründungsplatte sichergestellt sein.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren kann bei einer angenommenen mittleren Sohlpressung von 50 kN/m² mit einem Bettungsmodul von $k_s=15 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem modifizierten Bettungsmodulverfahren, können zu den belasteten Plattenrändern hin ansteigende Bettungsmodule bis zu einem Wert von $k_s= 30 \text{ MN/m}^3$ verwendet werden.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem Steifemodulverfahren können die in der Tabelle (Abschnitt 5) genannten Steifemodule verwendet werden.

unterkellerter Bereich:

Zulässige Bodenpressungen und der Bemessungswert des Sohlwiderstandes können der Tabelle 4 entnommen werden. Eine ausreichende Grundbruchsicherheit nach innen muss durch die Bemessung der Bodenplatte sichergestellt sein. Für die unten genannten zulässigen Bodenpressungen ist eine Auflast auf den Grundbruchkörper von 15 kN/m² berücksichtigt. Höhere zulässige Bodenpressungen sind möglich, soweit die Bodenplatte entsprechend höhere Pressungen aus dem Grundbruchkörper aufnehmen kann. Die zu erwartenden Setzungsbeträge können dem Grundbruch-/Setzungsdiagramm im Anhang entnommen werden.

| Fundamentbreite [m] | zulässige Bodenpressung [kN/m ²] | Bemessungswert des Sohlwiderstandes [kN/m ²] | Setzung im kennz. Punkt [cm] |
|---------------------|--|--|------------------------------|
| 0,50-0,80 | 200 | 286 | < 1 |
| 0,80-1,00 | 200 | 286 | < 2 |

Tab. 4: zulässige Bodenpressungen, Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Setzungen für ideelle Streifenlasten unter einer Gründungsplatte. Eine ausreichende Grundbruchsicherheit muss durch die Bemessung der Gründungsplatte sichergestellt sein.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren kann bei einer angenommenen mittleren Sohlpressung von 55 kN/m^2 mit einem Bettungsmodul von $k_s=12 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem modifizierten Bettungsmodulverfahren, bei dem bereichsweise unterschiedliche Bettungsmodule angesetzt werden, können zu den belasteten Plattenrändern hin ansteigende Bettungsmodule bis zu einem Wert von $k_s=24 \text{ MN/m}^3$ verwendet werden.

Für die Bemessung der Gründungsplatte nach dem Steifemodulverfahren können die in der Tabelle (Abschnitt 5) genannten Steifemodule verwendet werden.

7 Abdichtung des Gebäudes

Abdichtung des Kellers

Unter Berücksichtigung natürlicher Grundwasserspiegelschwankungen im Bereich von +/- 1 m ist ein **Bemessungsgrundwasserstand von 1,30 m u. Höhenbezugspunkt** (OK Schachtdeckel, siehe Lageplan) festzulegen.

Unterhalb einer Tiefe von 0,30 m über dem Bemessungsgrundwasserstand ist eine Abdichtung des Kellers gegen drückendes Wasser gem. DIN 18533 notwendig. Bei einer Eintauchtiefe des Kellers unter dem Bemessungsgrundwasserstand von $\leq 3 \text{ m}$ gilt die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E.

Oberhalb von 0,30 m über dem Bemessungsgrundwasserstand genügt eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtdrückendes Wasser (Wassereinwirkungsklasse W1.1-E) gem. DIN 18533. Zur Verfüllung des Arbeitsraumes ist ein sehr gut durchlässiger Sand zu verwenden ($k_f > 10^{-4} \text{ m/s}$).

Abdichtung des nichtunterkellerten Bereiches

Unter dem Oberboden wurde ein gut durchlässiger Sand angetroffen und der Bemessungsgrundwasserstand liegt unterhalb von 0,50 m unter der Bodenplatte. Daher genügt eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtdrückendes Wasser (Wassereinwirkungsklasse W1.1-E), wenn unter der Bodenplatte eingebauter Auffüllsand ebenfalls eine sehr gute Durchlässigkeit hat ($k_f > 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$).

8 Sonstige Hinweise

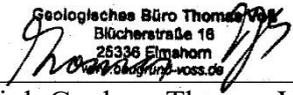
Die Gründungsmaßnahmen (Aushub, Begutachtung der Gründungssohle, Einbau von Auffüllsand ...) sind von kompetentem Fachpersonal zu begleiten. Sollten beim Aushub Abweichungen von den Sondierergebnissen festgestellt werden, so ist der Unterzeichner darüber zu informieren.

Die sachgemäße Anlage und Ausbildung von Baugruben und Böschungen unterliegt den Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen für Böschungen, Arbeitsraumarbeiten und Verbau gem. DIN 4124 und für den Aushub im Bereich benachbarter baulicher Anlagen gem. DIN 4123. Lotrechter Aushub darf nur bis 1,25 m Tiefe und bei lastfreiem Randstreifen von mind. 0,60 m erfolgen. Bei Tiefen zwischen 1,25 und 1,75 m müssen Gräben mit Saumböhlen oder abgeböschter Kante oder Teilverbau gesichert werden.

Auffüllungen, Mutterboden und nichtbindiger Boden können mit einem Winkel von $\alpha = 45^\circ$ geböschert werden.

Der Flugdecksand eignet sich zur Versickerung von Niederschlagswasser.

Geologisches Büro Thomas Voß
Blücherstraße 16
25336 Elmhorn
www.blugrupp-vooss.de



Dipl. Geologe Thomas Voß

Anhang

- Grundbruch-/ Setzungsberechnungen
- Lageplan
- Bohrprofile
- Schichtenverzeichnisse
- Bodenanalyse
- Grundwasseranalyse

Grundbruch- und Setzungsberechnung (nach DIN 4017 und DIN 4019)

Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege

Berechnung Nr. 1

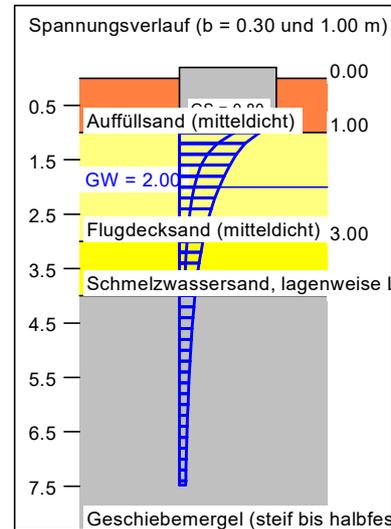
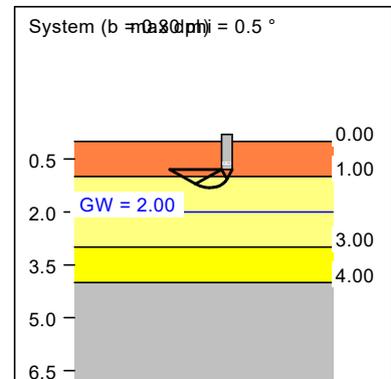
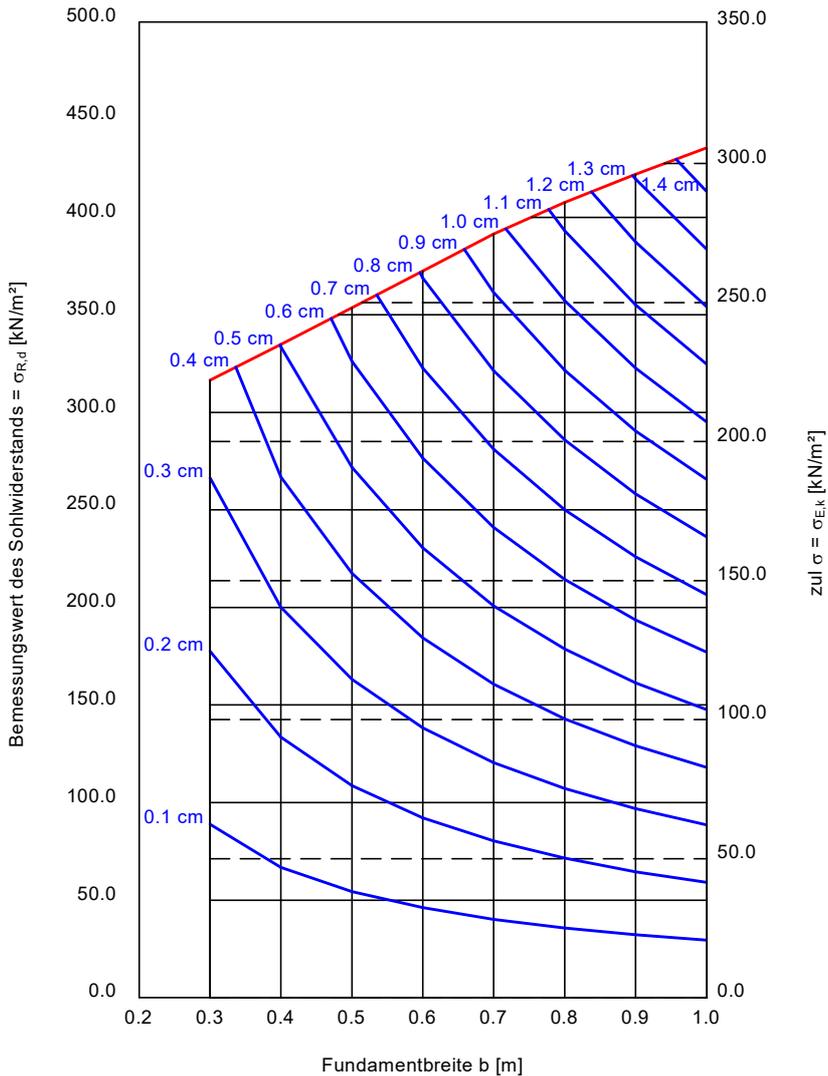
| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | v [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|--|
| | 19.0 | 11.0 | 32.5 | 0.0 | 60.0 | 0.00 | Auffüllsand (mitteldicht) |
| | 19.0 | 11.0 | 32.0 | 0.0 | 40.0 | 0.00 | Flugdecksand (mitteldicht) |
| | 20.0 | 11.0 | 30.0 | 0.0 | 15.0 | 0.00 | Schmelzwassersand, lagenweise Lg weich |
| | 21.0 | 11.0 | 28.0 | 10.0 | 35.0 | 0.00 | Geschiebemergel (steif bis halbfest) |

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 14.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 2.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohldruck
 — Setzungen

Grundbruch- / Setzungsdiagramm

Bemessungswert des
Sohldruckwiderstands

zulässige Bodenpressung
(aufnehmbarer Sohldruck)



| a [m] | b [m] | $\sigma_{of,k}$ [kN/m ²] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | zul $\sigma / \sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|---|--|---|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------|-------------------------------|
| 14.00 | 0.30 | 443.1 | 316.5 | 222.1 | 0.36 | 32.2 | 0.00 | 19.00 | 15.20 | 3.86 | 62.3 |
| 14.00 | 0.40 | 468.8 | 334.9 | 235.0 | 0.50 | 32.1 | 0.00 | 19.00 | 15.20 | 4.48 | 46.8 |
| 14.00 | 0.50 | 495.0 | 353.6 | 248.1 | 0.65 | 32.1 | 0.00 | 19.00 | 15.20 | 5.06 | 38.2 |
| 14.00 | 0.60 | 521.4 | 372.4 | 261.4 | 0.81 | 32.1 | 0.00 | 19.00 | 15.20 | 5.60 | 32.3 |
| 14.00 | 0.70 | 547.9 | 391.3 | 274.6 | 0.97 | 32.1 | 0.00 | 19.00 | 15.20 | 6.12 | 28.2 |
| 14.00 | 0.80 | 570.7 | 407.6 | 286.1 | 1.14 | 32.1 | 0.00 | 18.67 | 15.20 | 6.60 | 25.1 |
| 14.00 | 0.90 | 590.9 | 422.0 | 296.2 | 1.31 | 32.1 | 0.00 | 18.19 | 15.20 | 7.05 | 22.6 |
| 14.00 | 1.00 | 609.8 | 435.6 | 305.7 | 1.48 | 32.0 | 0.00 | 17.73 | 15.20 | 7.48 | 20.7 |

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Grundbruch- und Setzungsberechnung (nach DIN 4017 und DIN 4019)

Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege

Berechnung Nr. 2

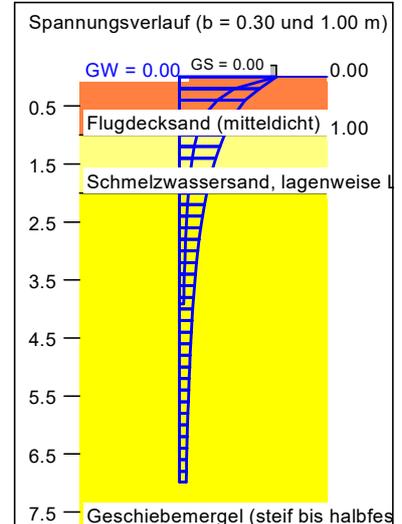
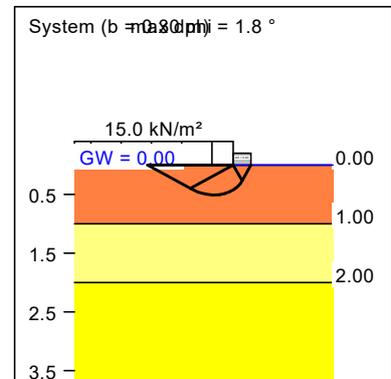
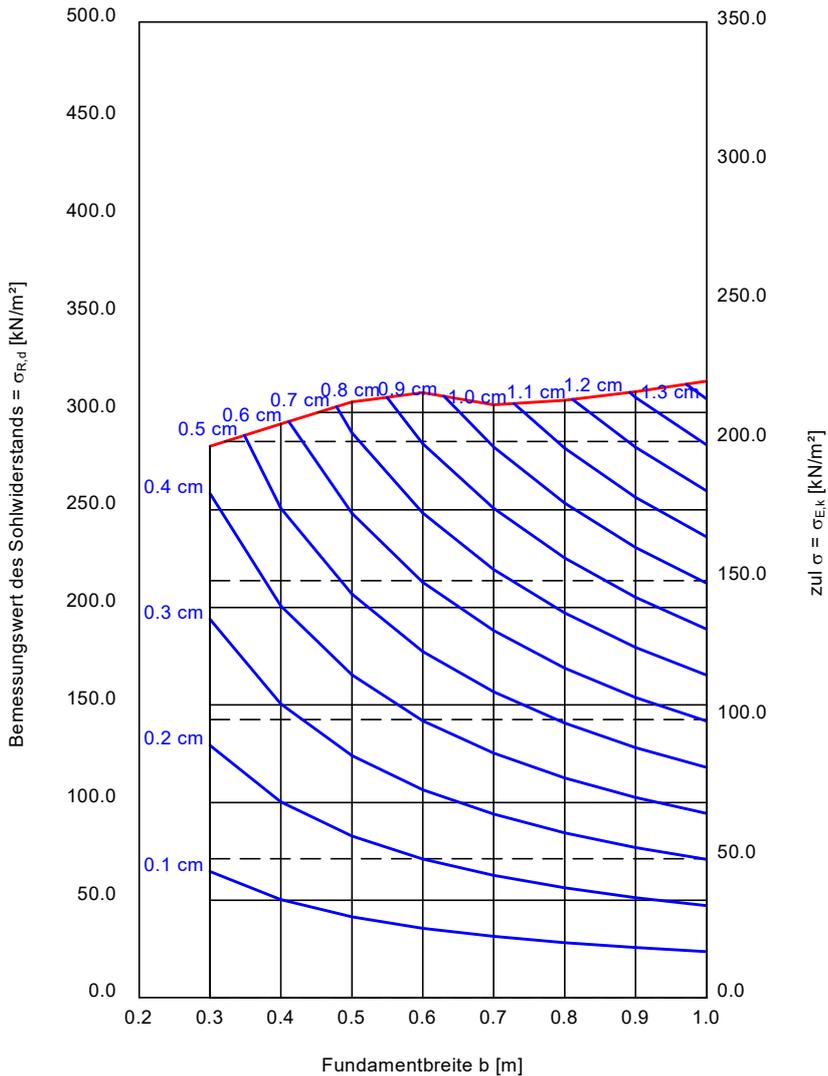
| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | v [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|--|
| | 19.0 | 11.0 | 32.0 | 0.0 | 40.0 | 0.00 | Flugdecksand (mitteldicht) |
| | 20.0 | 11.0 | 30.0 | 0.0 | 15.0 | 0.00 | Schmelzwassersand, lagenweise Lg weich |
| | 21.0 | 11.0 | 28.0 | 10.0 | 35.0 | 0.00 | Geschiebemergel (steif bis halbfest) |

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 22.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohldruck
 — Setzungen

Grundbruch- / Setzungsdiagramm

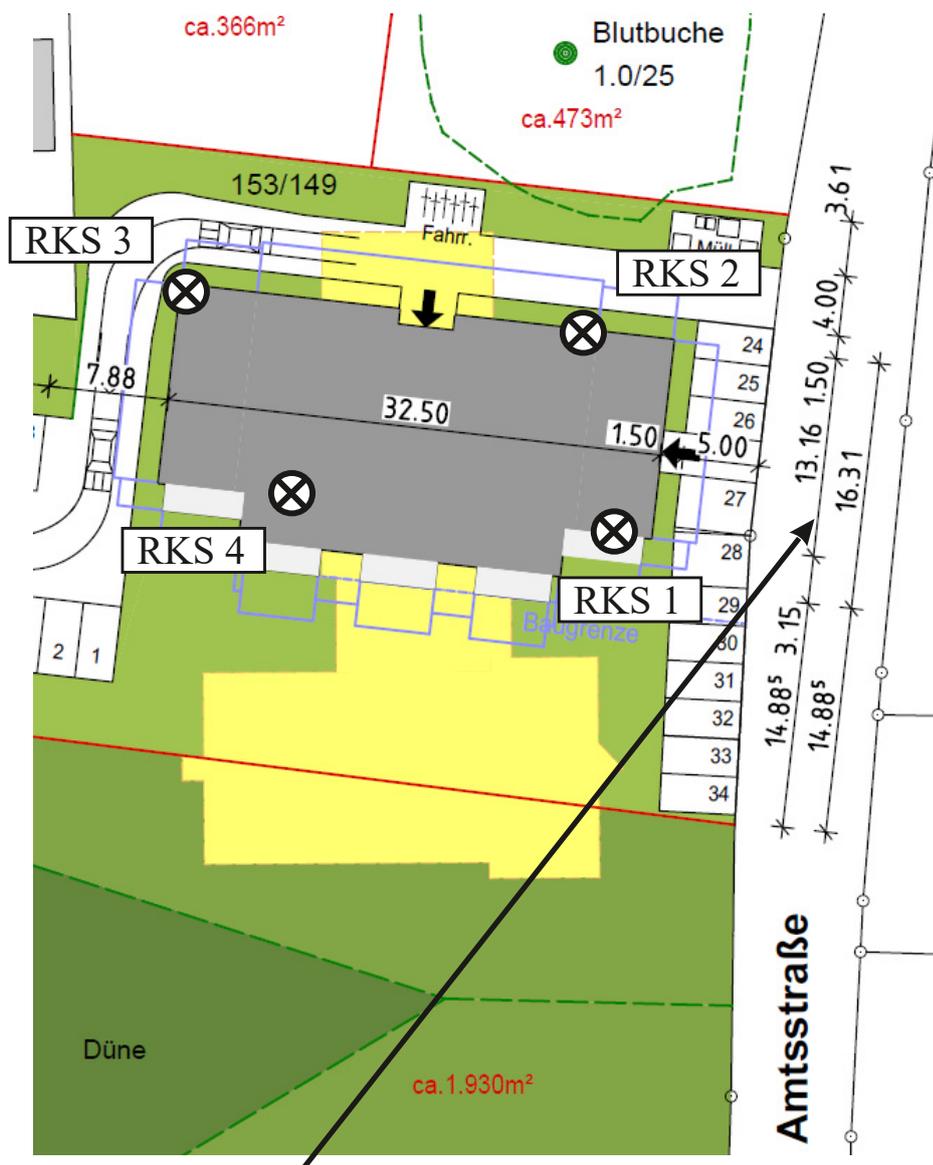
Bemessungswert des
Sohldruckwiderstands

zulässige Bodenpressung
(aufnehmbarer Sohldruck)



| a [m] | b [m] | $\sigma_{of,k}$ [kN/m ²] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | zul $\sigma / \sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|---|--|---|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------|-------------------------------|
| 22.00 | 0.30 | 395.7 | 282.6 | 198.3 | 0.44 | 32.0 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 3.91 | 45.3 |
| 22.00 | 0.40 | 411.6 | 294.0 | 206.3 | 0.59 | 32.0 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 4.53 | 35.2 |
| 22.00 | 0.50 | 427.5 | 305.4 | 214.3 | 0.74 | 32.0 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 5.08 | 29.0 |
| 22.00 | 0.60 | 434.1 | 310.1 | 217.6 | 0.87 | 31.8 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 5.55 | 24.9 |
| 22.00 | 0.70 | 425.4 | 303.9 | 213.2 | 0.97 | 31.4 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 5.88 | 22.0 |
| 22.00 | 0.80 | 428.7 | 306.2 | 214.9 | 1.09 | 31.2 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 6.25 | 19.8 |
| 22.00 | 0.90 | 434.9 | 310.6 | 218.0 | 1.21 | 31.1 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 6.62 | 18.0 |
| 22.00 | 1.00 | 442.3 | 315.9 | 221.7 | 1.34 | 31.0 | 0.00 | 11.00 | 15.00 | 6.99 | 16.6 |

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



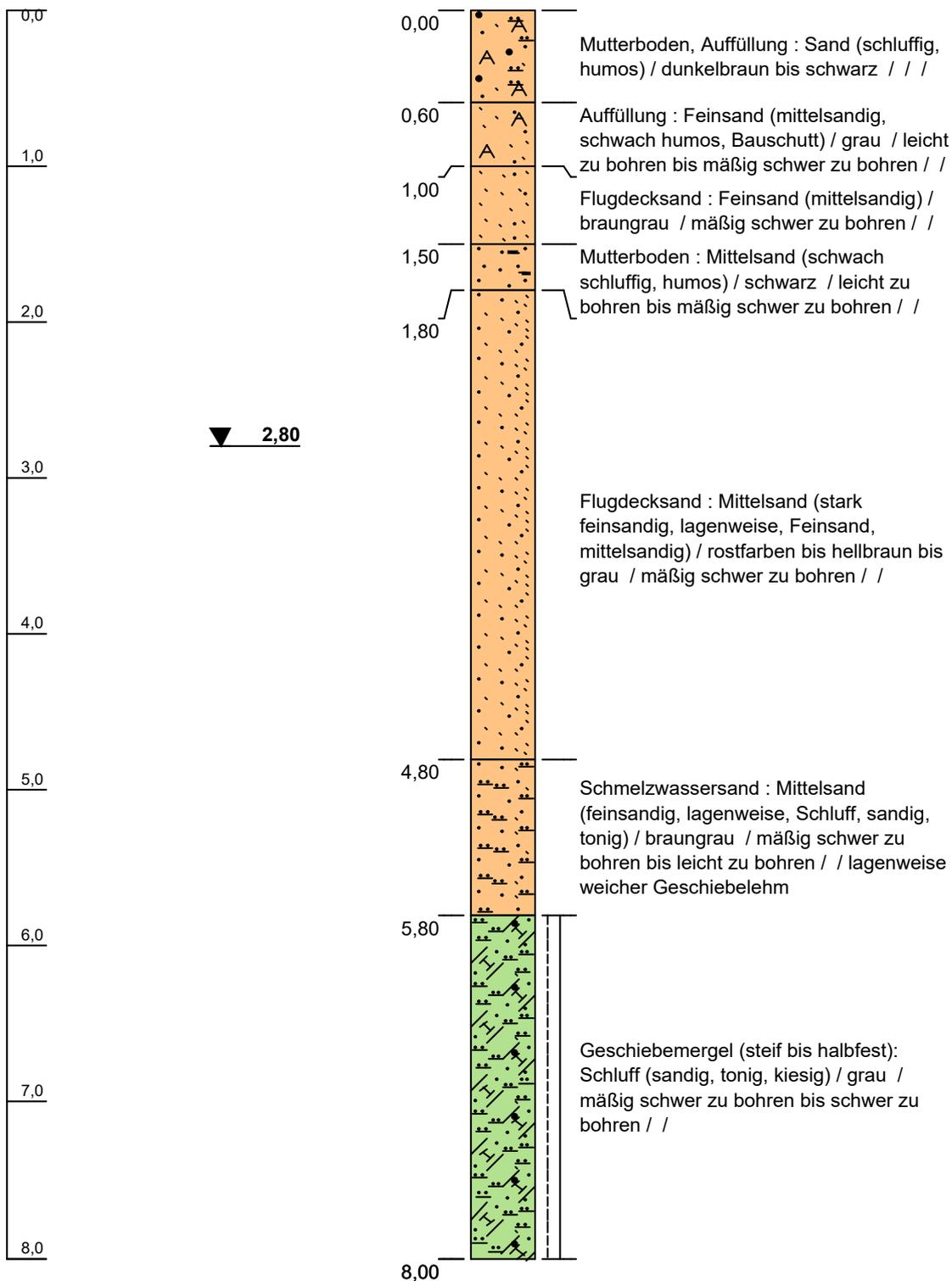
Höhenbezugspunkt
(Oberkante Schachtdeckel)

| Relative Geländehöhen zum Höhenbezugspunkt | |
|--|-----------------|
| RKS 1: 0,30 m | RKS 3: - 0,04 m |
| RKS 2: 0,23 m | RKS 4: 0,23 m |

| | | |
|--|--|------------------------------|
| Lageplan | | Maßstab: ca. 1 : 500 |
| Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege Ort: Amtsstraße 12 25436 Moorrege | | 4 Rammkernsondierungen (RKS) |
| Geologisches Büro Thomas Voß Blücherstr. 16; 25336 Elmshorn; Tel.: 04121 / 4751721 | | |

m unter Geländeoberkante

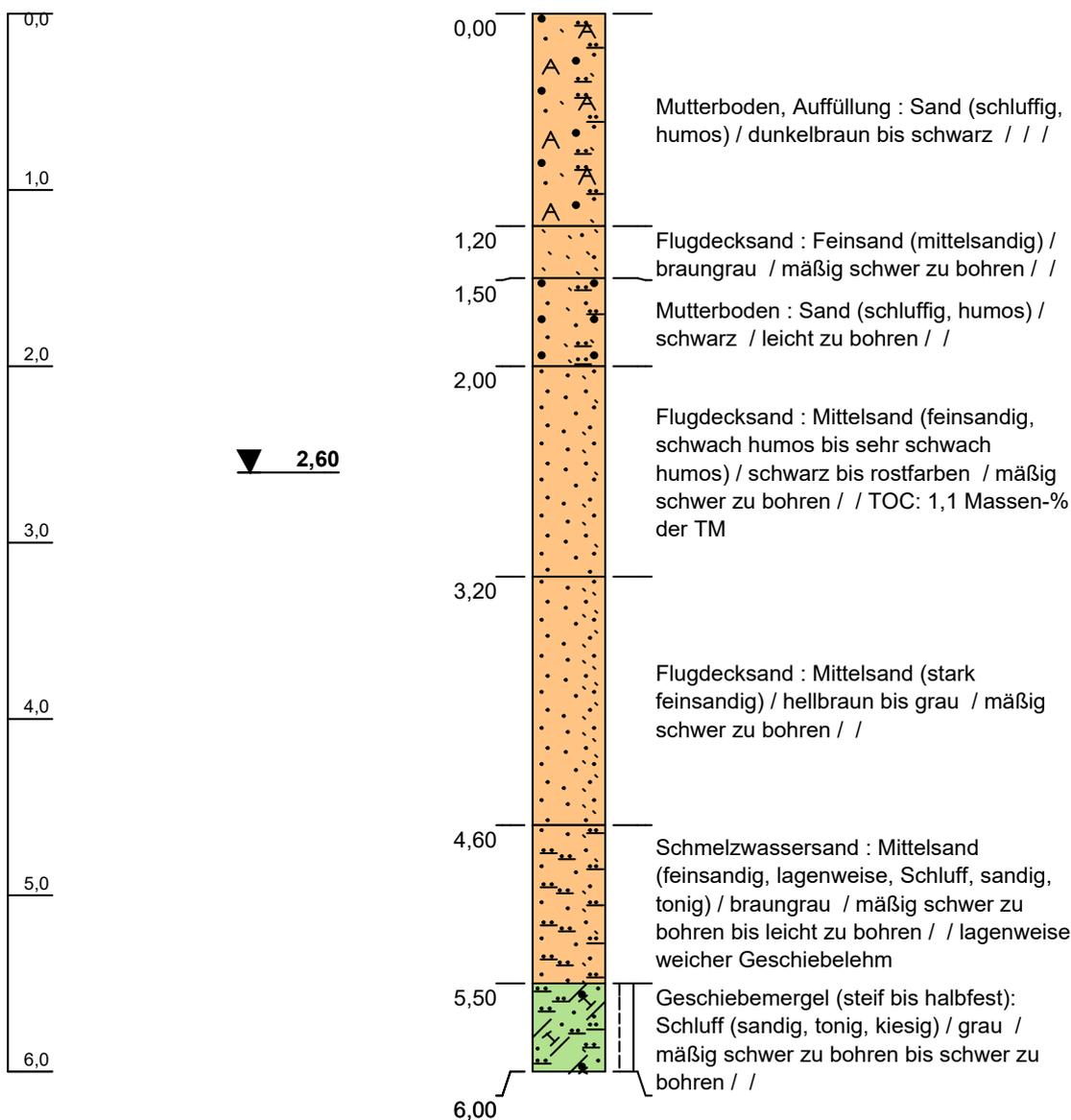
RKS 1 (0,30 m zum Höhenbezugspunkt)



| | |
|---|---|
| Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege | Geologisches Büro Thomas Voß (Diplom Geologe) Blücherstraße 16 25336 Elmshorn Tel.: 04121 / 4751721 voss-thomas@t-online.de |
| Bohrung: RKS 1 | |
| Projektnr.: 23 / 077 | |
| Bearbeiter: Dipl. Geol. T. Voß | |
| Datum: 16.05.2023 | |

m unter Geländeoberkante

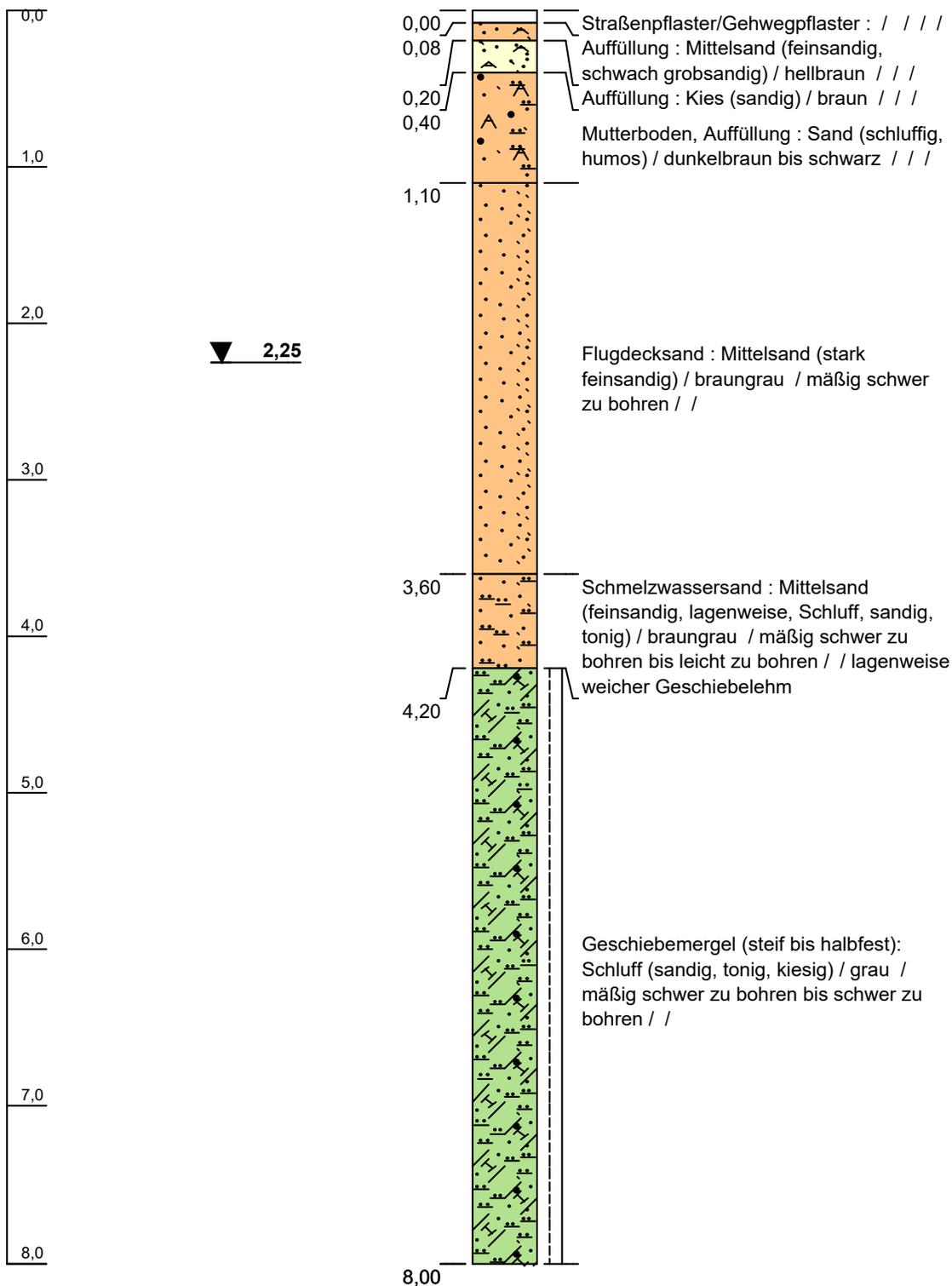
RKS 2 (0,23 m zum Höhenbezugspunkt)



| | | |
|---|--|---|
| Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege | | Geologisches Büro Thomas Voß (Diplom Geologe) Blücherstraße 16 25336 Elmshorn Tel.: 04121 / 4751721 voss-thomas@t-online.de |
| Bohrung: RKS 2 | | |
| Projektnr.: 23 / 077 | | |
| Bearbeiter: Dipl. Geol. T. Voß | | |
| Datum: 16.05.2023 | | |

m unter Geländeoberkante

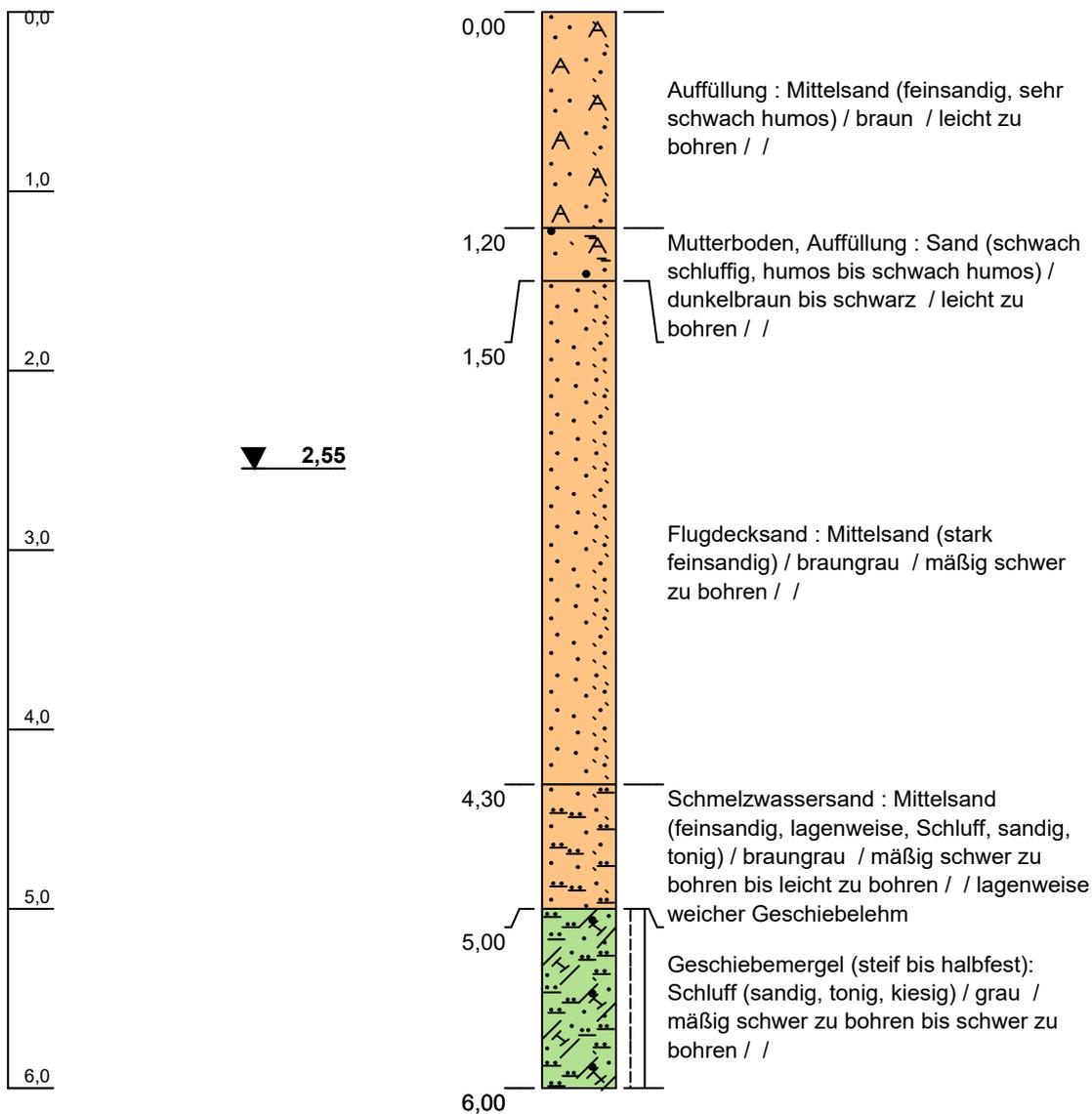
RKS 3 (-0,04 m zum Höhenbezugspunkt)



| | |
|---|---|
| Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege | Geologisches Büro Thomas Voß (Diplom Geologe) Blücherstraße 16 25336 Elmshorn Tel.: 04121 / 4751721 voss-thomas@t-online.de |
| Bohrung: RKS 3 | |
| Projektnr.: 23 / 077 | |
| Bearbeiter: Dipl. Geol. T. Voß | |
| Datum: 16.05.2023 | |

m unter Geländeoberkante

RKS 4 (0,23 m zum Höhenbezugspunkt)



Blatt 4 von 4

Projekt: MFH Amtsstraße / Moorrege

Bohrung: RKS 4

Projektnr.: 23 / 077

Bearbeiter: Dipl. Geol. T. Voß

Datum: 16.05.2023

Geologisches Büro Thomas Voß
(Diplom Geologe)

Blücherstraße 16
25336 Elmshorn

Tel.: 04121 / 4751721
voss-thomas@t-online.de

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|------------------------------|--|---------------------|----|------------------------------|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 1 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | | | i) Kalk- gehalt | | |
| 0,60 | a) Sand (schluffig, humos) b) c) d) e) dunkelbraun bis schwarz f) Mutterboden, Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 1,00 | a) Feinsand (mittelsandig, schwach humos, Bauschutt) b) c) d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) grau f) Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 1,50 | a) Feinsand (mittelsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | | | | | |
| 1,80 | a) Mittelsand (schwach schluffig, humos) b) c) d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren e) schwarz | | | | | | | |
| 4,80 | f) Mutterboden g) Quartär h) i) a) Mittelsand (stark feinsandig, lagenweise, Feinsand, mittelsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) rostfarben bis hellbraun bis grau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | Ruhewasserstand bei 2,80m | | | | |
| 5,80 | a) Mittelsand (feinsandig, lagenweise, Schluff, sandig, tonig) b) lagenweise weicher Geschiebelehm c) d) mäßig schwer zu bohren bis leicht zu bohren e) braungrau f) Schmelzwassersand g) Pleistozän h) i) | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|--|--|---|-----|----|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 1 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 8,00 | a) Schluff (sandig, tonig, kiesig) b) c) steif bis halbfest bohren e) grau | | | d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren | | | | |
| | f) Geschiebemergel | | | g) Pleistozän h) i) + | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|---------------------------|--|---------------------|----|------------------------------|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 2 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | | | i) Kalk- gehalt | | |
| 1,20 | a) Sand (schluffig, humos) b) c) d) e) dunkelbraun bis schwarz f) Mutterboden, Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 1,50 | a) Feinsand (mittelsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | | | | | |
| 2,00 | a) Sand (schluffig, humos) b) c) d) leicht zu bohren e) schwarz f) Mutterboden g) Quartär h) i) | | | | | | | |
| 3,20 | a) Mittelsand (feinsandig, schwach humos bis sehr schwach humos) b) TOC: 1,1 Massen-% der TM c) d) mäßig schwer zu bohren e) schwarz bis rostfarben f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | Ruhewasserstand bei 2,60m | | | | |
| 4,60 | a) Mittelsand (stark feinsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun bis grau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | | | | | |
| 5,50 | a) Mittelsand (feinsandig, lagenweise, Schluff, sandig, tonig) b) lagenweise weicher Geschiebelehm c) d) mäßig schwer zu bohren bis leicht zu bohren e) braungrau f) Schmelzwassersand g) Pleistozän h) i) | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|--------------------|--|---|-----|----|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 2 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 6,00 | a) Schluff (sandig, tonig, kiesig) b) c) steif bis halbfest bohren e) grau f) Geschiebemergel | | | | | | | |
| | d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren g) Pleistozän h) i) + | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|---------------------------|--|---------------------|----|------------------------------|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 3 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | | | i) Kalk- gehalt | | |
| 0,08 | a) b) c) d) e) f) Straßenpflaster/Gehwegpflaster g) h) i) | | | | | | | |
| 0,20 | a) Mittelsand (feinsandig, schwach grobsandig) b) c) d) e) hellbraun f) Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 0,40 | a) Kies (sandig) b) c) d) e) braun f) Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 1,10 | a) Sand (schluffig, humos) b) c) d) e) dunkelbraun bis schwarz f) Mutterboden, Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 3,60 | a) Mittelsand (stark feinsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | Ruhewasserstand bei 2,25m | | | | |
| 4,20 | a) Mittelsand (feinsandig, lagenweise, Schluff, sandig, tonig) b) lagenweise weicher Geschiebelehm c) d) mäßig schwer zu bohren bis leicht zu bohren e) braungrau f) Schmelzwassersand g) Pleistozän h) i) | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|--------------------|--|---|-----|----|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 3 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Art | Nr |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 8,00 | a) Schluff (sandig, tonig, kiesig) b) c) steif bis halbfest bohren e) grau f) Geschiebemergel | | | | | | | |
| | d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren g) Pleistozän h) i) + | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

| | | Schichtenverzeichnis | | | | Anlage | | |
|---|---|--|-------------------------|---------------------------|--|---------------------|----|------------------------------|
| | | für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben | | | | Bericht: | | |
| | | | | | | Az.: | | |
| Bauvorhaben: MFH Amtsstraße / Moorrege | | | | | | | | |
| Bohrung | | | | | | Datum: | | |
| RKS 4 | | | | | | 16.05.23 - 16.05.23 | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 |
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen | | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾ | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | | | i) Kalk- gehalt | | |
| 1,20 | a) Mittelsand (feinsandig, sehr schwach humos) b) c) d) leicht zu bohren e) braun f) Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 1,50 | a) Sand (schwach schluffig, humos bis schwach humos) b) c) d) leicht zu bohren e) dunkelbraun bis schwarz f) Mutterboden, Auffüllung g) h) i) | | | | | | | |
| 4,30 | a) Mittelsand (stark feinsandig) b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Flugdecksand g) Quartär h) i) | | | Ruhewasserstand bei 2,55m | | | | |
| 5,00 | a) Mittelsand (feinsandig, lagenweise, Schluff, sandig, tonig) b) lagenweise weicher Geschiebelehm c) d) mäßig schwer zu bohren bis leicht zu bohren e) braungrau f) Schmelzwassersand g) Pleistozän h) i) | | | | | | | |
| 6,00 | a) Schluff (sandig, tonig, kiesig) b) c) steif bis halbfest d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) grau f) Geschiebemergel g) Pleistozän h) i) + | | | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Geologisches Büro Thomas Voß
Herr Dipl.-Geol. Voß

Blücherstr. 16

25336 Elmshorn



Prüfbericht-Nr.: 2023P512230 / 1

| | |
|------------------------------|---|
| Auftraggeber | Geologisches Büro Thomas Voß |
| Eingangsdatum | 17.05.2023 |
| Projekt | MFH Amtsstraße / Moorrege |
| Material | Boden |
| Auftrag | 23/077 |
| Verpackung | PE-Beutel |
| Probenmenge | ca. 350 g |
| unsere Auftragsnummer | 23508368 |
| Probenahme | durch den Auftraggeber |
| Probentransport | Auftraggeber |
| Labor | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| Prüfbeginn / -ende | 17.05.2023 - 30.05.2023 |
| Bemerkung | keine |
| Probenaufbewahrung | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt. |

Pinneberg, 30.05.2023



i. A. Dr. Peter Ludwig
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P512230 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P512230 / 1

MFH Amtsstraße / Moorrege

Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)

| | | | |
|-----------------------------|------------|--------------|-----|
| unsere Auftragsnummer | | 23508368 | |
| Probe-Nr. | | 001 | |
| Material | | Boden | |
| Probenbezeichnung | | BMP 1 | |
| Probemenge | | ca. 350 g | |
| Probeneingang | | 17.05.2023 | |
| Zuordnung gemäß | | Sand | |
| Trockenrückstand | Masse-% | 85,3 | --- |
| EOX | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Kohlenwasserstoffe | mg/kg TM | <50 | Z0 |
| mobiler Anteil bis C22 | mg/kg TM | <25 | Z0 |
| Cyanid ges. | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Summe BTEX | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Summe LHKW | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Summe PAK (16) | mg/kg TM | n.n. | Z0 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TM | <0,010 | Z0 |
| PCB Summe 6 Kongenere | mg/kg TM | n.n. | Z0 |
| Aufschluss mit Königswasser | | --- | --- |
| Arsen | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Blei | mg/kg TM | 2,4 | Z0 |
| Cadmium | mg/kg TM | <0,10 | Z0 |
| Chrom ges. | mg/kg TM | 2,2 | Z0 |
| Kupfer | mg/kg TM | 2,6 | Z0 |
| Nickel | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| Quecksilber | mg/kg TM | <0,10 | Z0 |
| Thallium | mg/kg TM | <0,30 | Z0 |
| Zink | mg/kg TM | 4,4 | Z0 |
| TOC | Masse-% TM | 1,1 | Z1 |
| Eluat 10:1 | | --- | --- |
| pH-Wert | | 6,8 | Z0 |
| Temperatur (Labor) | °C | 23,4 | --- |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 14 | Z0 |
| Chlorid | mg/L | 0,83 | Z0 |
| Sulfat | mg/L | <1,0 | Z0 |
| Cyanid ges. | µg/L | <5,0 | Z0 |
| Phenolindex | µg/L | <5,0 | Z0 |
| Arsen | µg/L | <0,50 | Z0 |
| Blei | µg/L | <1,0 | Z0 |
| Cadmium | µg/L | <0,30 | Z0 |
| Chrom ges. | µg/L | <1,0 | Z0 |
| Kupfer | µg/L | <1,0 | Z0 |
| Nickel | µg/L | <1,0 | Z0 |
| Quecksilber | µg/L | <0,20 | Z0 |
| Zink | µg/L | <10 | Z0 |

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Prüfbericht-Nr.: 2023P512230 / 1
MFH Amtsstraße / Moorrege
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|-----------------------------|-------|------------|---|
| Trockenrückstand | 0,40 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5 |
| EOX | 1,0 | mg/kg TM | DIN 38414-17: 2017-01 ^a 5 |
| Kohlenwasserstoffe | 50 | mg/kg TM | DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 54 |
| mobiler Anteil bis C22 | 25 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 54 |
| Cyanid ges. | 1,0 | mg/kg TM | DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5 |
| Summe BTEX | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5 |
| Summe LHKW | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5 |
| Summe PAK (16) | | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54 |
| Benzo(a)pyren | 0,010 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54 |
| PCB Summe 6 Kongenere | | mg/kg TM | DIN EN 15308: 2016-12 ^a 54 |
| Aufschluss mit Königswasser | | | DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5 |
| Arsen | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Blei | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Cadmium | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Kupfer | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Nickel | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Quecksilber | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Thallium | 0,30 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| Zink | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5 |
| TOC | 0,050 | Masse-% TM | DIN EN 15936: 2012-11 ^a 5 |
| Eluat 10:1 | | | DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5 |
| Temperatur (Labor) | | °C | DIN 38404-4: 1976-12 ^a 5 |
| Leitfähigkeit | | µS/cm | DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5 |
| Chlorid | 0,60 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5 |
| Sulfat | 1,0 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5 |
| Cyanid ges. | 5,0 | µg/L | DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5 |
| Phenolindex | 5,0 | µg/L | DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5 |
| Arsen | 0,50 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Blei | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Cadmium | 0,30 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Kupfer | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Nickel | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Quecksilber | 0,20 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Zink | 10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: ⁵GBA Pinneberg ⁵⁴GBA Analytical Services GmbH

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Geologisches Büro Thomas Voß
Herr Dipl.-Geol. Voß
Blücherstr. 16



25336 Elmshorn

Prüfbericht-Nr.: 2023P512236 / 1

| | |
|-------------------------------|---|
| Auftraggeber | Geologisches Büro Thomas Voß |
| Eingangsdatum | 17.05.2023 |
| Projekt | MFH Amtsstraße / Moorrege |
| Material | Grundwasser |
| Auftrag | 23/077 |
| Verpackung | Glas- und PE-Flaschen |
| Probenmenge | ca. 1,31 l |
| unsere Auftragsnummer | 23508368 |
| Probenahme | durch den Auftraggeber |
| Probentransport | Auftraggeber |
| Labor | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| Analysenbeginn / -ende | 17.05.2023 - 30.05.2023 |
| Bemerkung | keine |
| Probenaufbewahrung | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt. |

Pinneberg, 30.05.2023



i. A. Dr. Peter Ludwig
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P512236 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P512236 / 1
MFH Amtsstraße / Moorrege

| | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| unsere Auftragsnummer | | 23508368 |
| Probe-Nummer | | 002 |
| Material | | Grundwasser |
| Probenbezeichnung | | GWM 1 |
| Probemenge | | ca. 1,31 l |
| Probeneingang | | 17.05.2023 |
| | | |
| Analysenergebnisse | Einheit | |
| Betonaggressivität | | s. Anlage |
| pH-Wert | | 6,8 |
| Geruch | | unauffällig |
| Permanganat-Verbrauch | mg KMnO ₄ /L | 45 |
| Gesamthärte | °dH | 10 |
| Härtehydrogencarbonat | °dH | 4,6 |
| Nichtcarbonathärte | °dH | 5,4 |
| Magnesium | mg/L | 2,0 |
| Ammonium | mg/L | <0,20 |
| Sulfat | mg/L | 23 |
| Chlorid | mg/L | 160 |
| Kohlendioxid, kalklösend | mg/L | 35 |
| Eisen, ges. | mg/L | 26 |
| Mangan | mg/L | 0,23 |

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023P512236 / 1
MFH Amtsstraße / Moorrege
Angewandte Verfahren

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|--------------------------|--------|-------------------------|--|
| Betonaggressivität | | | DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5 |
| Geruch | | | DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 ^a 5 |
| Permanganat-Verbrauch | 2,0 | mg KMnO ₄ /L | DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5 |
| Gesamthärte | 0,010 | °dH | DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5 |
| Härtehydrogencarbonat | | °dH | DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971 ^a 5 |
| Nichtcarbonathärte | | °dH | berechnet 5 |
| Magnesium | 0,10 | mg/L | DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5 |
| Ammonium | 0,20 | mg/L | DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5 |
| Sulfat | 0,50 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5 |
| Chlorid | 0,60 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5 |
| Kohlendioxid, kalklösend | 5,0 | mg/L | DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5 |
| Eisen, ges. | 0,0050 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |
| Mangan | 0,010 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5 |

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

Anlage zu Prüfbericht 2023P512236

Probe-Nr.: 23508368 / 002

Probenbezeichnung: GWM 1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

| | Messwert | Einheit | Expositionsklasse | | |
|--------------------------|----------|------------|-------------------|--------------|---------------|
| | | | XA1 | XA2 | XA3 |
| pH-Wert | 6,8 | | 6,5 - 5,5 | < 5,5 - 4,5 | < 4,5 - 4,0 |
| Kohlendioxid, kalklösend | 35 | mg/L | 15 - 40 | > 40 - 100 | > 100 |
| Ammonium | <0,20 | mg/L | 15 - 30 | > 30 - 60 | > 60 - 100 |
| Magnesium | 2,0 | mg/L | 300 - 1000 | >1000-3000 | > 3000 |
| Sulfat | 23 | mg/L | 200 - 600 | > 600 - 3000 | > 3000 - 6000 |
| Chlorid | 160 | mg/L | --- | --- | --- |
| Gesamthärte | 10 | °dH | --- | --- | --- |
| Härtehydrogencarbonat | 4,6 | °dH | --- | --- | --- |
| Permanganat-Verbrauch | 45 | mg KMnO4/L | --- | --- | --- |

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.