

**GEOTECHNISCHES
GUTACHTEN**

Neubau Doppelhaus und Mehrfamilienwohnhaus

Mönchberger Straße 7

63934 Röllbach

Auftraggeber: Joachim Roth
Stylianos Berberidis
Kreuzbergstraße 74
10965 Berlin

Planung: Planer FM
Mühlstraße 43
63741 Aschaffenburg

Projektnummer: 2410705

Projektleiter: Dipl.-Geol. U. Kähler

Bearbeiter: Dipl.-Geol. U. Kähler
M. Sc. M. Möller

Großostheim, den 09.07.2024

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10

Geschäftsführung A. Brehm

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 / 9733-10

Dipl.-Geol. U. Kähler

I N H A L T

| | |
|--|-----------|
| 1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand..... | 4 |
| 2. Situation..... | 5 |
| 3. Durchgeführte Arbeiten | 6 |
| 4. Geologie, Bodenaufbau und Grundwasser..... | 7 |
| 4.1. Lagerungsdichte | 9 |
| 4.2. Erdbeben | 9 |
| 5. Bodenkennwerte | 10 |
| 6. Gründungsempfehlungen | 12 |
| 6.1. Baugrube und Bodenaushub | 14 |
| 6.2. Rückverfüllung der Arbeitsräume | 15 |
| 6.3. Versickerung | 16 |
| 6.4. Gebäudeabdichtung / Drainage..... | 17 |
| 7. Schlussbemerkungen | 18 |

A N L A G E N

- | | |
|--|-------------|
| 1. Lageskizze mit Bohransatzpunkten | 1 S. |
| 2. Baugrundschnitt mit Bohrprofilen | 8 S. |
| 3. Probenahmeprotokolle – Schichtverzeichnisse | 5 S. |
| 4. Fundamentdiagramme und Setzungsberechnung Bodenplatten | 3 S. |
| 5. Systemskizze Frostriegel | 1 S. |

1. Auftraggeber und Auftragsgegenstand

Der Verfasser wurde am 15.05.2024 von Herrn Joachim Roth und Herrn Stylianos Berberidis aus Berlin mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung für den Neubau eines Doppelhauses und eines Mehrfamilienwohnhauses auf dem Grundstück Mönchberger Straße 7 in Röllbach beauftragt.

Der Auftragsumfang umfasste die geotechnische Bodenuntersuchung.

Es waren Empfehlungen für die Gründung der geplanten Gebäude zu geben. Diese Empfehlungen beinhalten Angaben zur zulässigen Bodenpressung, zur Ausführung der Erdarbeiten, zur Versickerung und zur Abdichtung der geplanten Neubauten.

Vom Auftraggeber wurden, über den beteiligten Planer, folgende Unterlagen zur Projektbearbeitung übergeben:

- Gestaltungsplan Mönchberger Str. 7, Maßstab 1:500

Im vorliegenden Gutachten wurde der Untersuchungsumfang mit dem Auftraggeber in Art und Umfang abgestimmt und abgegrenzt.

Die geotechnische Bewertung der Baugrundverhältnisse unter Berücksichtigung der Bebauung des Grundstückes mit den geplanten Wohnhäusern wird im vorliegenden Gutachten erläutert.

Eine orientierende, abfallrechtliche Bodenuntersuchung nach der LAGA-Richtlinie wurde bisher nicht ausgeführt, kann aber zu Baubeginn mit den Rückstellproben noch durchgeführt werden.

2. Situation

Auf dem Grundstück in der Mönchberger Straße 7 in Röllbach ist der Neubau eines unterkellerten Doppelhauses (DH) und eines Mehrfamilienwohnhauses (MFH) mit Keller / Tiefgarage geplant.

Das MFH weist eine Grundfläche von ca. 32 x 11 m auf. Das Doppelhaus ist ca. 14 x 11 m groß.

Beide Gebäude werden in dreigeschossiger Bauweise plus Dachgeschoß (KG, EG, OG, DG) erstellt. Das Mehrfamilienwohnhaus bindet mit dem Keller und der Tiefgarage nur ca. 1,0 m bis 1,5 m in das Gelände ein. Bei dem Doppelhaus ist ein Keller mit vollständiger Einbindung von ca. 3-4 m in das Gelände geplant.

Das Grundstück war zum Erkundungszeitpunkt mit mehreren Gebäuden (Scheune, Unterstand, Carport und Garage) bebaut, die abgebrochen und durch die o.g. Neubauten ersetzt werden.

Die Geländehöhe liegt im Baubereich zwischen 212,21 m (RKS1) und 212,96 m (DPH2) und steigt von Westen nach Osten leicht an.

Die Fußbodenhöhen der Gebäude sind noch nicht festgelegt und wurden aus dem Gestaltungsplan und den Schemaschnitten grob abgeschätzt. Die Unterkanten der Bodenplatte im KG liegen danach bei ca. 211 m ü. NN für das Mehrfamilienwohnhaus und bei ca. 209,40 m ü. NN für das Doppelhaus.

Eine Gründung der Gebäude kann über eine lastabtragende Bodenplatte oder mittels Streifenfundamenten ausgeführt werden.

Für den Fall der Gründung mittels Bodenplatte setzen wir vorab eine Bodenpressung von ca. 25 kN/m² pro Geschoss an. Daraus resultiert für den vorliegenden, viergeschossigen Ausbau eine Bodenpressung von ca. 100 kN/m² für die geplanten Gebäude.

Zur Beurteilung des Baugrundes gehen wir bei einer Gründung mittels Streifenfundamenten von üblichen Bodenpressungen bis zu ca. 250 kN/m² (zulässige Bodenpressungen $\delta_{E,k}$) aus.

Für die Bodenplatten und Streifenfundamente werden unter Berücksichtigung des möglichen Sohlwiderstandes ($\delta_{R,d}$) die zugehörigen Setzungen ermittelt. Diese werden aus dem angetroffenen Bodenaufbau und ggf. unter Berücksichtigung möglicher Maßnahmen zur Bodenverbesserung abgeleitet.

Zur Feststellung der Bodenverhältnisse waren Sondierbohrungen und Rammsondierungen durchzuführen. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung werden im Folgenden dargestellt.

3. Durchgeführte Arbeiten

Zur Erkundung der Bodenverhältnisse auf dem Grundstück Mönchberger Straße 7 in Röllbach wurden durch Mitarbeiter unseres Institutes am 29.05.2024 folgende Arbeiten ausgeführt:

- 5 Rammkernbohrungen (RKS1-RKS5) im Durchmesser 60/36 mm bis maximal 7,0 m unter Gelände.
- 2 Rammsondierungen (DPH1-DPH2) mit der schweren Rammsonde bis 7,0 m unter Gelände.
- Bei jedem Schichtwechsel wurden insgesamt 13 gestörte Bodenproben entnommen und als Rückstellproben einbehalten.
- Einmessen der Bohransatzpunkte nach Lage und Höhe.

Das Bohrgut aus den Rammkernbohrungen wurde makroskopisch untersucht und die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse in Form eines Baugrundschnittes und als Einzelprofilardarstellung in der Anlage 2 grafisch dargestellt.

In der Anlage 3 befinden sich das Probenahmeprotokoll und die Schichtenverzeichnisse nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1.

In der Anlage 4 sind Setzungsberechnungen für Bodenplatten und Streifenfundamente dargestellt. Hier ist der aktuelle Stand der Normung gemäß Eurocode 7-1 und DIN 1054 (2010) berücksichtigt.

Neben den Bemessungswerten des Sohldruckwiderstandes ($\delta_{R,d}$) enthalten die Diagramme auch die zulässigen Bodenpressungen ($\delta_{E,k}$) im Sinne der alten Norm DIN 1054.

4. Geologie, Bodenaufbau und Grundwasser

Nach Angabe der digitalen geologischen Karte von Bayern stehen im Untersuchungsgebiet pleistozäne Lössе und Lösslehme sowie quartäre Talfüllungen an. Darunter folgen die Sand- und Tonsteine des Buntsandsteins.

Das aus den Bohrungen ermittelte Schichtenprofil lässt sich wie folgt unterteilen:

- Mutterboden (Schicht 1)
- Auffüllung (Schicht 2)
- Lößlehm (Schicht 3)

Schicht 1 – Mutterboden:

Als oberste Schicht liegt in den Bohrungen, außerhalb der Zuwegungen und überbauten Flächen, Mutterboden vor. Dieser besteht aus dunkelbraunem, humosem, Schluff mit weicher bis steifer Konsistenz. Die Schichtdicke liegt bei ca. 0,1 m bis 0,2 m.

Schicht 2 – Auffüllung:

Als zweite Schicht, unterhalb der Oberflächenversiegelung aus Verbundsteinpflaster bzw. unter dem Mutterboden, wird in den Bohrungen RKS1 bis RKS4 eine Auffüllung angetroffen.

Die Auffüllung besteht weitgehend aus Schluff mit sandigen und tonigen Anteilen und ist rotbraun bis braun gefärbt. Die Konsistenz der Auffüllung war steif.

In den Bohrungen RKS1 und RKS3 enthält die Auffüllung Bauschuttanteile in Form von Ziegelbruch. Im Profil RKS4 wurde ein grauer Kalkschotter, als Tragschicht des Pflasters, erbohrt.

Die Auffüllungsmächtigkeit variiert von ca. 0,40 m (RKS4) bis 1,4 m (RKS3).

Schicht 3 – Lößlehm:

Als dritte und letzte Schicht folgen die Lösslehme der geologischen Karte. Der Buntsandstein wurde nicht erreicht.

Der Lößlehm besteht aus hellbraunem bis braunem, sehr schwach tonigem bis schwach tonigem und feinsandigem Schluff. Die Konsistenz der Schluffe variierte von weich bis steif.

Die weiche Konsistenz ist auf einzelne Vernässungsbereiche (z.B. RKS4 von 1,6-2,8 m und von 3-4 m) zurückzuführen.

Grund- und Schichtwasser:

In den Bohrungen wurde kein zusammenhängender Grundwasserspiegel angetroffen. In der Bohrung RKS4 war der Lößlehm abschnittsweise durchfeuchtet. Wir gehen davon aus, dass es sich hierbei um eingesickertes Schichtwasser mit geringer Ergiebigkeit handelt.

Angaben zur Höhe des Grundwasserspiegels liegen für Röllbach nicht vor. Anhand der Untersuchungsergebnisse ist davon auszuge-

hen, dass der Grundwasserspiegel deutlich unterhalb der Gründungsebene liegt.

Ein Einfluss des Grundwasserspiegels auf die Gebäudegründung ist daher voraussichtlich nicht vorhanden. Das Auftreten von gering ergebigen Schicht- oder Sickerwasserzuflüssen ist möglich.

4.1. Lagerungsdichte

Für die Auffüllungen der Schicht 2 und den Lößlehm der Schicht 3 liegen Schlagzahlen zwischen 2 und 8 vor, was der ermittelten weichen bis steifen Konsistenz entspricht. Die stetige Zunahme der Schlagzahlen mit der Tiefe, ab ca. 4,5 m (DPH1) bzw. 5,5 m (DPH2) sind auf Mantelreibungseffekte im Schluff zurückzuführen.

Maßgeblich zur Beurteilung der Tragfähigkeit der Schicht 3 (Lößlehm) ist die Konsistenz.

4.2. Erdbeben

Gemäß dem Nationalen Anhang zum EC8, Teil 1 (DIN EN 1998-1/NA:2011-01) liegt Röllbach in der Erdbebenzone 0.

Aufgrund der geringen Seismizität müssen hier bei den statischen Berechnungen keine Erdbebeneinwirkungen berücksichtigt werden.

5. Bodenkennwerte

Anhand der aus den Erkundungsarbeiten gewonnenen Erkenntnisse, sowie den vorhandenen Erfahrungen in der Bewertung und Beurteilung ähnlicher Bodenarten, werden in der nachfolgenden Tabelle 1 die Bodenrechenwerte für die erbohrten Bodenarten und die Homogenbereiche nach DIN 18300-2015 angegeben.

Die schluffigen Auffüllungen der Schicht 2 und die Lösslehme der Schicht 3 sind **sehr witterungsempfindlich** und können bei Wasserzutritten oder dynamischer Belastung aufweichen.

Geologische Besonderheiten wie Einschlüsse, Hohlräume, Erdfälle oder Störungszonen sind für das Projektgebiet nicht bekannt.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den in der Tabelle 1 genannten Kennwerten um Tabellenwerte handelt. Begrenzte Inhomogenität im Bodenaufbau ist nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: charakteristische Bodenrechenwerte

| Bodenart | Schicht 1: Mutterboden | Schicht 2: Auffüllung | Schicht 2: Lößlehm |
|--|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Hauptgemengteil | Schluff | Schluff | Schluff |
| Beimengungen | Humus | Sand, Ton, Zie- gelreste | Ton, Feinsand |
| Farbe | dunkelbraun | rotbraun, braun, grau | hellbraun, braun |
| Lagerungsdichte | -- | locker bis mittel- dicht | locker bis mittel- dicht |
| Konsistenz | weich | steif | weich bis steif |
| Wassergehalt | bodenfeucht | bodenfeucht | bodenfeucht, z.T. vernässt |
| Wichte γ [kN/m ³] n. DIN 1055 | ca. 14,0 | ca. 19,0 - 21,0 | ca. 18,0 - 20,0 |
| Wichte γ' [kN/m ³] n. DIN 1055 | ca. 4,0 | ca. 10,0 – 11,0 | ca. 8,0 - 10,0 |
| Bodenklasse n. DIN 18196 / DIN 4020 | OH | SU/UL | UL/TL |
| Bodenklasse n. DIN 18300 | 1 | 3-4 | 4 |
| Homogenbereiche n. DIN 18300-2015 | A | B | C |
| Reibungswinkel φ' n. DIN 1055 | ca. 20° | ca. 28°-30° | ca. 27,5°- 29° |
| Kohäsion c' [kN/m ²] n. DIN 1055 | 0,0 | 0,0 – 2,0 | 0,0 – 2,5 |
| Frostklasse n. ZTVE-StB 09 | F3 | F3 | F3 |
| Verdichtungs-kategorie ZTVE-StB 09 | V3 | V3 | V3 |
| Steifemodul E_s [MN/m ²] | ca. 0,5 | ca. 10 - 15 | ca. 6 - 12 |

6. Gründungsempfehlungen

Anhand der Bohrergergebnisse befindet sich die jeweilige Unterkante der Bodenplatte bei beiden Gebäuden in der Schicht 3 (Lößlehm) die als schlecht tragfähig und setzungsanfällig zu bewerten ist.

Eine Gründung im Lößlehm ist grundsätzlich nur möglich, wenn die Bodenpressungen gering genug sind und eine möglichst gleichmäßige Bodenbelastung vorliegt. Dies wird jeweils mit einer lastabtragenden Bodenplatte erreicht, die als Gründungsform vom Verfasser empfohlen wird.

Bei einer Gründung mittels Bodenplatte sollte zusätzlich eine mindestens 50 cm dicke Schottertragschicht aus gebrochenem Hartgestein oder Recyclingmaterial der Lieferkörnung 0/32 mm bis 0/56 mm eingebaut werden, die lagenweise verdichtet eingebaut werden muss. Die Lagendicke ist hier auf ca. 25 cm zu begrenzen. Unter dem Schotter empfehlen wir den Einbau eines Geotextils der Robustheitsklasse GRK4.

Bei der Verdichtung der Schottertragschicht, insbesondere der ersten Lage, ist auf eine angepasste Verdichtungsleistung zu achten. Der Lößlehm der Schicht 2 kann, wie bereits erwähnt, bei zu starker dynamischer Beanspruchung verbreien und seine Tragfähigkeit damit nahezu vollständig verlieren. Unter Umständen ist nur eine statische Verdichtung möglich.

Um die Lastausbreitung der Bodenplatten im Untergrund zu berücksichtigen sollte die Austauschschicht mit einem Winkel von ca. 45° ab Unterkante Bodenplatte ausgeführt werden. Bei einer Mächtigkeit von z. B. 0,5 m ergibt sich so ein Überstand der Auffüllschicht von ca. 0,5 m seitlich der Bodenplatten.

Die ausreichende Verdichtung der Schottertragschicht sollte jeweils baubegleitend durch Plattendruckversuche kontrollieren zu lassen.

Auf dem Endplanum (= Unterkante Bodenplatte) sind Verdichtungswerte von ca. 60 MN/m² mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 nachzuweisen. Alternativ können auch dynamische Platten-

druckversuche ausgeführt werden. In diesem Fall sind dann E_{vd} -Werte von ca. 30 MN/m^2 zu erreichen.

Zur Ermittlung der Setzungen wurde die Berechnung der Grundbruchlast mit dem rechnerischen Verfahren nach EC 7-1 und DIN 1054-2010 für lotrechte und mittige Lasten durchgeführt und die Setzungen für den Kennzeichnenden Punkt ermittelt. Für die Berechnung wurden die in Tabelle 1 genannten Bodenkennwerte und eine in den Planunterlagen angegebene Plattendicke von jeweils $0,30 \text{ m}$ sowie der Einbau der empfohlenen Schottertragschicht angenommen.

In der Anlage 4.1 wurde eine Setzungsberechnung für die Gründung des Mehrfamilienwohnhauses mittels Bodenplatte mit einer mittleren, charakteristischen Bodenpressung ($\delta_{E,k}$) von ca. 100 kN/m^2 auf der empfohlenen Schottertragschicht ausgeführt.

Es fallen für das MFH vergleichsweise hohe, aber einheitliche Setzungen von ca. $2,8 \text{ cm}$ an. Als zugehöriger Bettungsmodul unter der Bodenplatte kann ein Wert von ca. 4 MN/m^2 angesetzt werden.

Am Doppelhaus liegen, bei gleicher Bodenpressung, Setzungen von ca. $1,4 \text{ cm}$ vor. Die Ergebnisse der Berechnung für das Doppelhaus sind in Anlage 4.2 wiedergegeben. Als zugehöriger Bettungsmodul ergibt sich ein Wert von ca. 7 MN/m^2 .

In den Randbereichen der Bodenplatten (ca. $1,2 \text{ m}$ Breite) kann der Bettungsmodul jeweils um ca. 50% erhöht werden.

Die Bodenplatte kann dann jeweils auf dem Schotterpolster und ggf. einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton abgesetzt werden.

Zur Gewährleistung einer frostsicheren Gründung sollte die Schottertragschicht in Bereichen, in denen die Unterkante der Bodenplatte nicht mindestens $0,8 \text{ m}$ unter dem zukünftigen Gelände liegt (z.B. Einfahrt der Tiefgarage am MFH), zu einem Frostriegel aus frostsicherem Material ausgebaut werden (vgl. Anlage 5).

Alternativ können in diesen Bereichen auch Frostschränzen aus Magerbeton hergestellt werden oder die Gründung erfolgt hier über Streifenfundamente.

In der Anlage 4.3. wurde exemplarisch Streifenfundamente mit maximalen Sohldruckwiderständen ($\delta_{R,d}$) von ca. 250-280 kN/m² und Fundamentbreiten von ca. 0,4 m bis 1,2 m untersucht. Die Setzungen für Streifenfundamente in der Schicht 3 betragen ca. 0,5 cm bis 1,7 cm (Anlage 4.3).

Um eine ausreichende Sicherheit einzuhalten und mögliche Variationen in der Zusammensetzung des Untergrundes zu berücksichtigen, sind die oben genannten aufnehmbaren Sohldrücke als Maximalwerte zu verstehen. Sollten höhere Bodenpressungen anfallen ist der Verfasser zu benachrichtigen.

Die Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind, nach Vorlage der konkreten Ausbildung der Gründungselemente, an die aktuellen Verhältnisse anzupassen. Der Verfasser ist dahingehend zu benachrichtigen. Die angenommene mittlere Bodenpressung für die Bodenplatten beruht auf Erfahrungswerten.

Bei gravierenden Abweichungen von den angenommenen Werten (σ_{ek} ca. 100 kN/m² bis 200 kN/m²) nach oben oder nach unten, ist der Verfasser ggf. erneut hinzuzuziehen, um die Setzungsberechnung und die Bettungsmodulermittlung anzupassen.

Die Aushubsohle für den Bodenaustausch ist vom Verfasser abzunehmen, um die Qualität des Bodens zu überprüfen und um einen Abgleich mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung vornehmen zu können.

6.1. Baugrube und Bodenaushub

Vor Beginn der Aushubarbeiten muss zunächst der Mutterboden abgezogen und separat gelagert bzw. verwertet werden. Ein Überfahren oder Überschütten des Mutterbodens ist nicht zulässig.

Für die geplanten Neubau ergibt sich eine maximale Aushubtiefe der Baugrube für das Doppelhaus von ca. 3,5 m - 4,0 m im Bereich der Rammsondierung DPH2, inklusive des Mehraushubes für die Schott-

ertragschicht. Die Anlage einer geböschten Baugrube ist grundsätzlich möglich.

Nur am Mehrfamilienwohnhaus im Westen (RKS1) reicht der Platz eventuell nicht vollständig aus, weshalb hier möglicherweise ein Eingriff auf das Nachbargrundstück notwendig ist. Hierfür ist vorlaufend die Genehmigung des Eigentümers einzuholen.

Gemäß DIN 4124 ist innerhalb des Lösslehms (Schicht 3) ein Böschungswinkel von maximal ca. 55° einzuhalten. In den Auffüllungen (Schicht 2) sollte mit maximal 45° geböschet werden. Zur Böschungskrone hin muss jeweils ein mindestens 1,5 m breiter Streifen lastfrei gehalten werden.

Die Baugrubenböschungen sind mit einer sturmgesicherten PE-Folie abzudecken. Dadurch wird eine Erosion der Böschungsoberfläche bei Niederschlägen bzw. ein Austrocknen verhindert.

Der Bodenaushub sollte so erfolgen, dass ein möglichst ungestörtes Planum hergestellt wird. Da der Lösslehm sehr witterungsempfindlich ist, sollte die endgültige Aushubsohle möglichst bei trockener Witterung freigelegt werden und unmittelbar nach dem Freilegen mit Schotter oder Magerbeton bedeckt werden.

Anfallendes Sicker- und Niederschlagswasser ist über eine Tagwasserhaltung und ggf. notwendige Drainagegräben am Baugrubenrand aus der Baugrube abzuleiten.

6.2. Rückverfüllung der Arbeitsräume

Ohne eine Verbesserung mit hydraulischen Bindemitteln (Weißfeinkalk bzw. Mischbinder) ist der Bodenaushub aus den Schichten 2 und 3 nicht zur Rückverfüllung in den Arbeitsräumen geeignet.

Unter den befestigten Außenanlagen (Zuwegungen, Terrassen, Pkw-Stellplätze, Garagen usw.) sollten die Arbeitsräume deshalb entweder mit einem hydraulisch verbesserten Erdaushub aus Schicht 2/3 oder

mit verdichtungsfähigen Liefermaterialien (z. B. Sand-Kies-Gemische mit weit- oder intermittierend gestufter Körnungslinie) und einem Schluffgehalt von maximal 10% verfüllt werden.

Aufgrund der Lage des Baugrundstücks außerhalb der Trinkwasserschutzgebiete von Röllbach, kann auch Recyclingmaterial verwendet werden.

Die Arbeitsraumverfüllung ist in maximal 30 cm dicken Lagen einzubauen und lagenweise zu verdichten. Im Bereich der Rückverfüllung des Kellers ist auf eine angepasste Verdichtungsleistung der ersten Lage auf dem Lößlehm zu achten. Bei zu starker Verdichtung kann dieser, wie bereits erwähnt, verbleiben und dann seine Tragfähigkeit verlieren.

Darüber hinaus sollte nicht zu stark (maximal mitteldicht) verdichtet werden, da die erdberührenden Außenwände ansonsten durch einen erhöhten Erddruck belastet werden. Dies ist im Bereich der Garagen ohnehin zu berücksichtigen.

Für die Pkw-Stellplätze außerhalb der Gebäude muss ein frostsicherer Aufbau (Deckschicht und Schottertragschicht) von insgesamt 0,5 m Aufbaumächtigkeit ausgeführt werden.

6.3. Versickerung

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Lößlehmes der Schicht 3 ist keine Versickerung von Niederschlagswasser möglich.

Erfahrungsgemäß sind für den angetroffenen Lößlehm K-Werte von $< 1 \times 10^{-7}$ bis $< 1 \times 10^{-9}$ m/s anzusetzen, die keine Versickerung zulassen.

Gemäß Regelwerk DWA 138 „Bau und Bemessung von Anlagen von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ liegt bei Böden mit K-Werten $< 5 \times 10^{-6}$ m/s die Grenze der Versickerung.

6.4. Gebäudeabdichtung / Drainage

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Lösslehms (Schicht 3) ist ein Auftreten von Sickerwasser in den Arbeitsräumen zu erwarten. Eine Versickerung innerhalb des Lösslehms findet nicht statt, so dass von außen drückendes Wasser gemäß DIN 18195 auftreten kann, wenn keine Drainage angelegt wird.

Gemäß WU-Richtlinie (= DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“) ist ohne Drainage die Beanspruchungskasse 1 (zeitweise aufstauendes Wasser) anzusetzen. Bei Ausführung einer Drainage wird die Beanspruchungsklasse 2 nach WU-Richtlinie erreicht. Für erdberührte Bauteile wird gemäß WU-Richtlinie die Nutzungsklasse A angenommen.

Aufgrund der fehlenden Versickerungsmöglichkeit des Drainwassers (siehe Kapitel 6.3) ist eine Drainage im vorliegenden Fall jedoch nicht zu empfehlen. Auch die Ableitung von Drainwasser in den Kanal ist nicht möglich, da dies von den Behörden nicht zugelassen wird.

Die Abdichtung sollte gegen zeitweilig aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-6 ausgeführt werden. Gemäß DIN 18533 liegt die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E vor. Die Abdichtung kann z.B. mittels KMB (kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen) oder mittels Dichtungsbahnen aus Kunststoff ausgeführt werden.

Alternativ zum Abdichtungsverfahren nach DIN 18195 oder 18533 können die Keller auch aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Konstruktion, „Weiße Wanne“) ausgeführt werden. Die Ausführung der Abdichtung gegen drückendes Wasser gilt für alle erdberührten Teile der Gebäude und sollte jeweils bis zur Geländeoberkante hergestellt werden.

Bei einer Gründung mittels Stahlbetonbodenplatte lässt sich die druckwasserdichte Ausbildung des jeweiligen Kellers erfahrungsgemäß wirtschaftlicher ausführen.

Die Neubauten müssen auch statisch auf den eventuellen Wasserdruck bemessen werden.

7. Schlussbemerkungen

Die oben mitgeteilten Bewertungen und Schlussfolgerungen erfolgten auf Basis der am 29.05.2024 durchgeführten Untersuchungen und der übermittelten Planunterlagen.

Sollte von der empfohlenen Art der Gründung abgewichen werden, ist der Verfasser erneut hinzuzuziehen. Ggf. sind die Setzungsrechnungen dann an die aktuelle Gründungssituation anzupassen.

Eine Weitergabe des Gutachtens an nicht am Bau Beteiligte Dritte bedarf der Zustimmung des Verfassers.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Großostheim, den 09.07.2024

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15

63762 Großostheim
Tel. 06026 79733-10
Geschäftsführung: **A. Brehm**

Institut für Angewandte Geologie
und Umwelttechnik
Dipl. Geol. J. Brehm GmbH
Am Trieb 15
63762 Großostheim
Tel. 06026 79733-10

Dipl.-Geol. U. Kähler

ANLAGE 1

Lageskizze mit Bohransatzpunkten



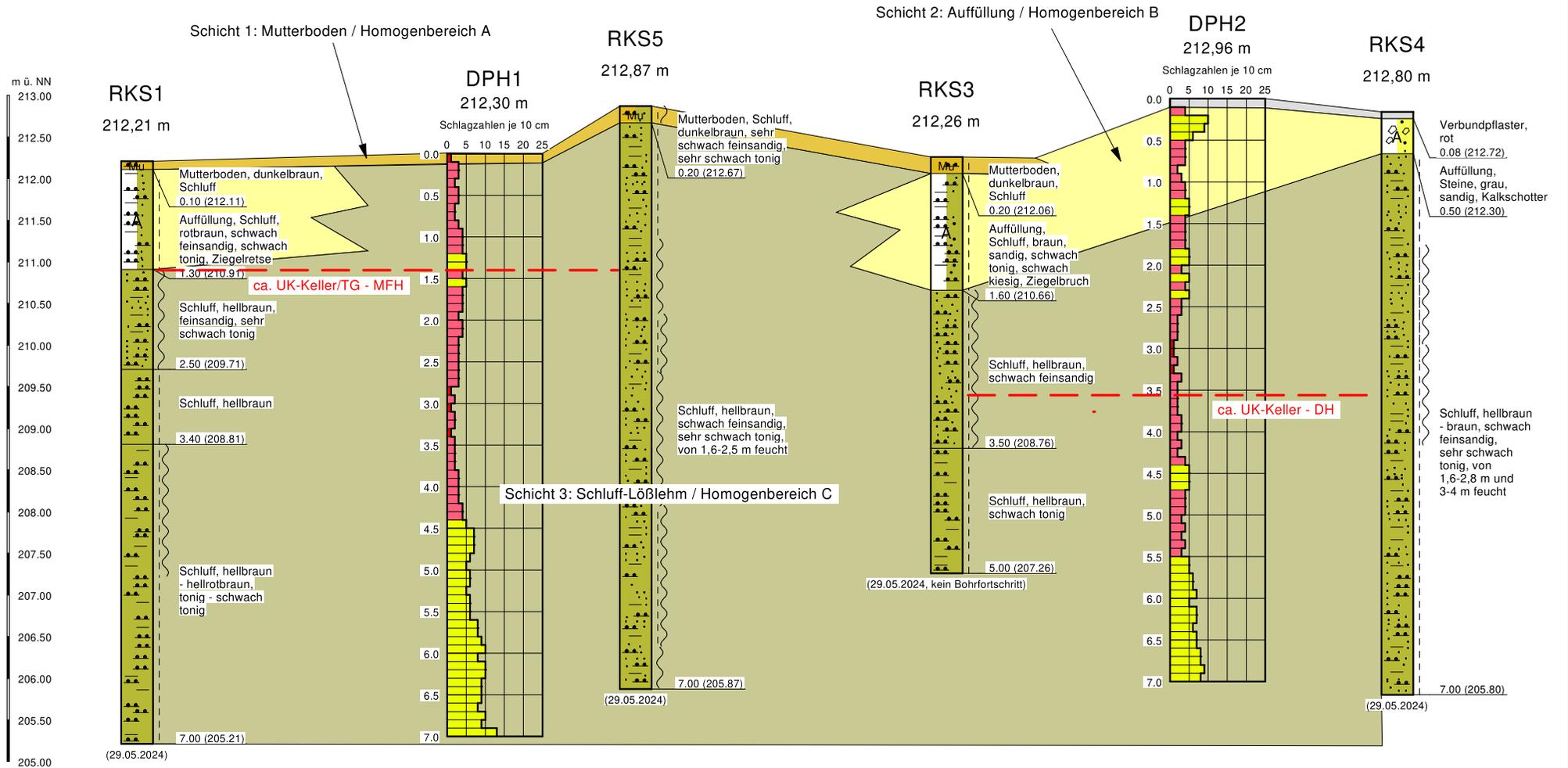
Legende:

- RKS1 - RKS5: Sondierbohrungen, Durchmesser 60/36 mm
- DPH1 - DPH2: Rammsondierungen, schwere Rammsonde
- Baugrundschnitt
- BZP: Höhenbezugspunkt

| | | | |
|--|--|------------|---|
| Maßnahme | Neubau MFH und DH, Mönchberger Str. 7, 63934 Röllbach | Anlage | 1 |
| Planinhalt | Lage der Bohransatzpunkte | Maßstab | 1 : 500 (bei DIN A4) |
| Bearbeiter | Dipl.-Geol. U. Kähler | Projektnr. | 2410705 |
| Bauherr | SAN Immobilien GmbH & Co. KG Brückenstraße 6, 63906 Erlenbach | File | Lageplan Röllnach.SKF |
| INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE UND UMWELTANALYTIK BREHM | | | Dipl. Geol. J. Brehm GmbH Am Trieb 15, 63762 Großostheim FON 06026/9733-0, FAX 06026/9733-18 Email: info@institut-brehm.de |
| | | | Datum 08.07.2024 |

ANLAGE 2

Baugrundschnitt mit Bohr- und Rammprofilen



Legende

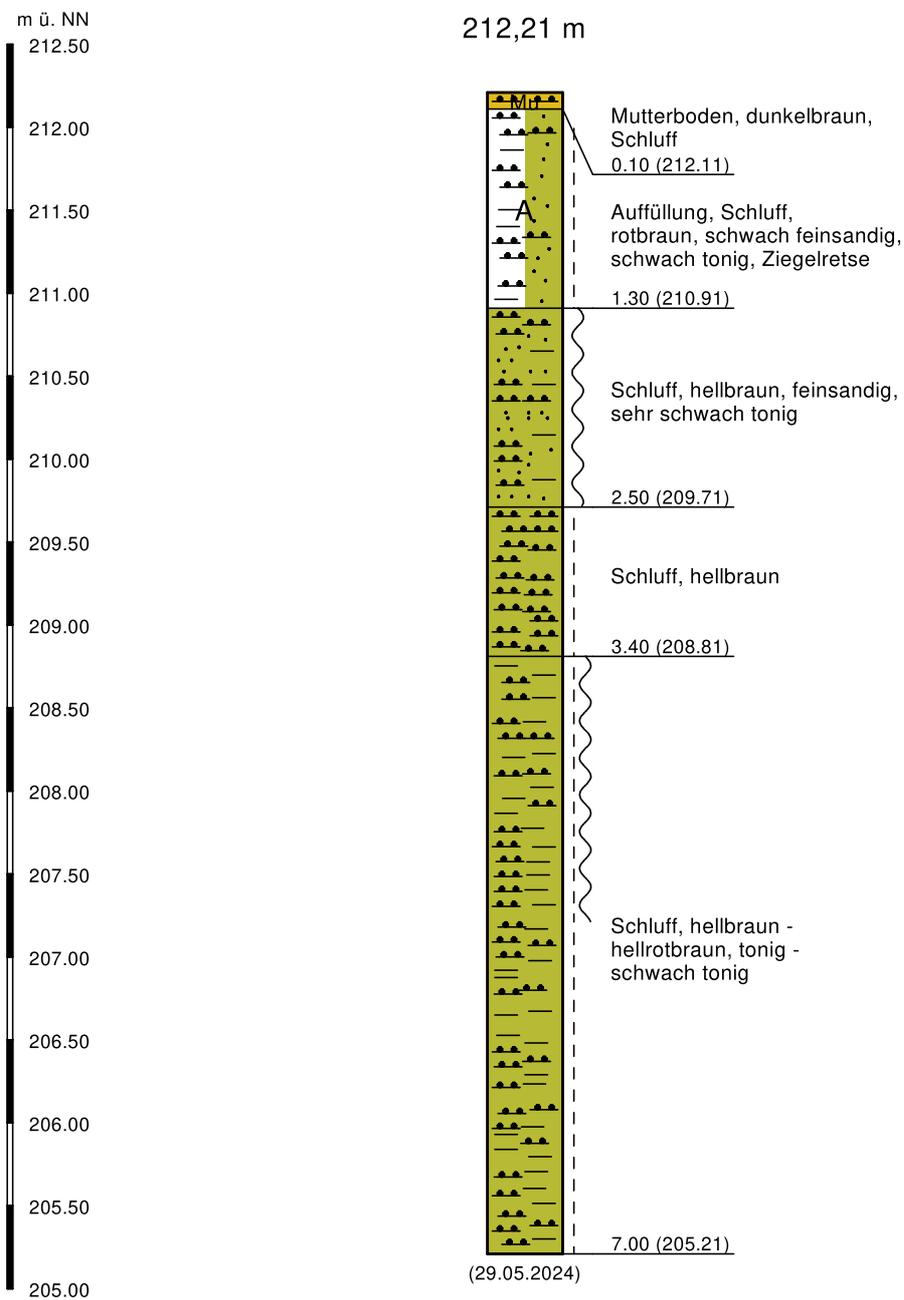
| | | | | | |
|--|---------------|--|-------------|--|---------|
| | steif | | Auffüllung | | Steine |
| | weich - steif | | Mutterboden | | Schluff |
| | weich | | | | |

Legende DPH

| | |
|--|--------------------|
| | sehr locker (1) |
| | locker (2-4) |
| | mitteldicht (5-13) |
| | dicht (14-24) |
| | sehr dicht (>24) |

RKS1

212,21 m

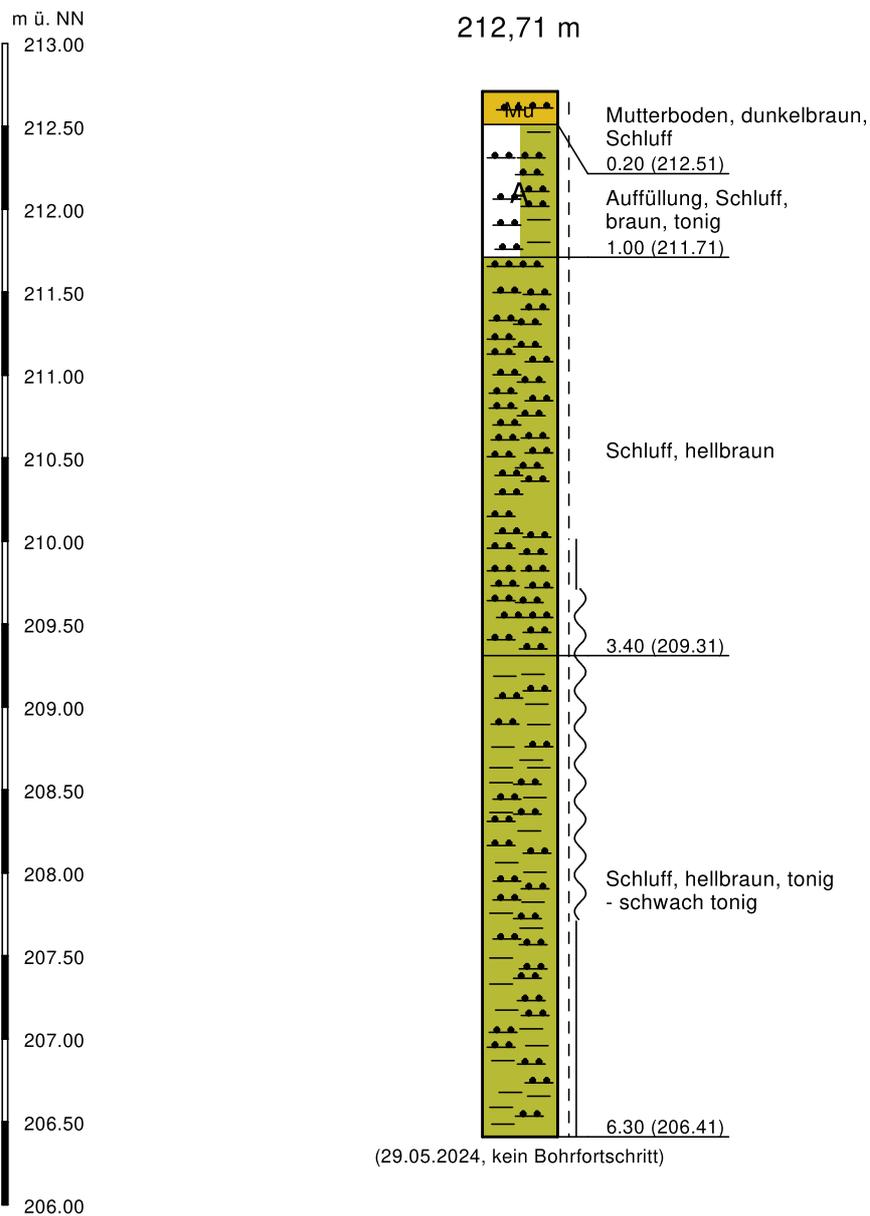


Legende

- | | | | | | |
|--|---------------|--|-------------|--|---------|
| | steif | | Auffüllung | | Schluff |
| | weich - steif | | Mutterboden | | |
| | weich | | | | |

RKS2

212,71 m

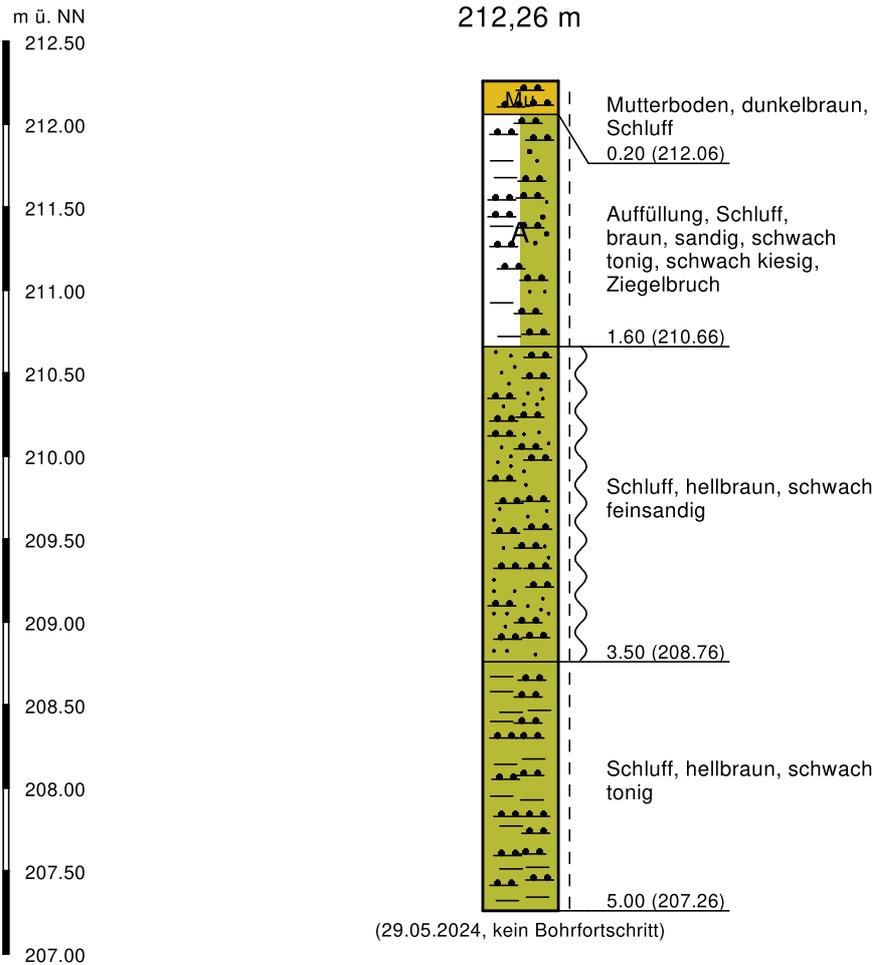


Legende

- | | | | | | |
|--|------------------|--|-------------|--|---------|
| | steif - halbfest | | Auffüllung | | Schluff |
| | steif | | Mutterboden | | |
| | weich - steif | | | | |

RKS3

212,26 m



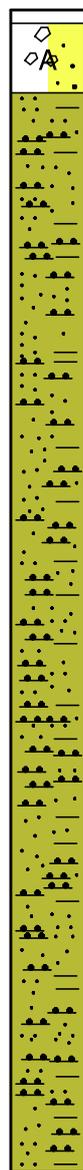
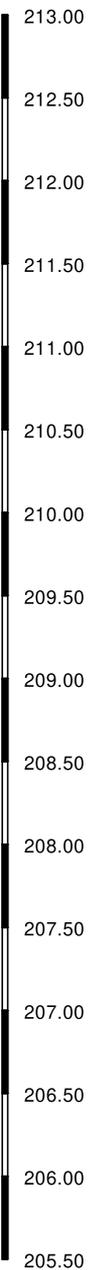
Legende

- | | | |
|---|---|---|
|  steif |  Auffüllung |  Schluff |
|  weich - steif |  Mutterboden | |

RKS4

212,80 m

m ü. NN



Verbundpflaster, rot
 0.08 (212.72)

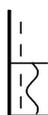
Auffüllung, Steine, grau,
 sandig, Kalkschotter
 0.50 (212.30)

Schluff, hellbraun -
 braun, schwach feinsandig,
 sehr schwach tonig,
 von 1,6-2,8 m und 3-4
 m feucht

7.00 (205.80)

(29.05.2024)

Legende



steif



weich - steif



Auffüllung

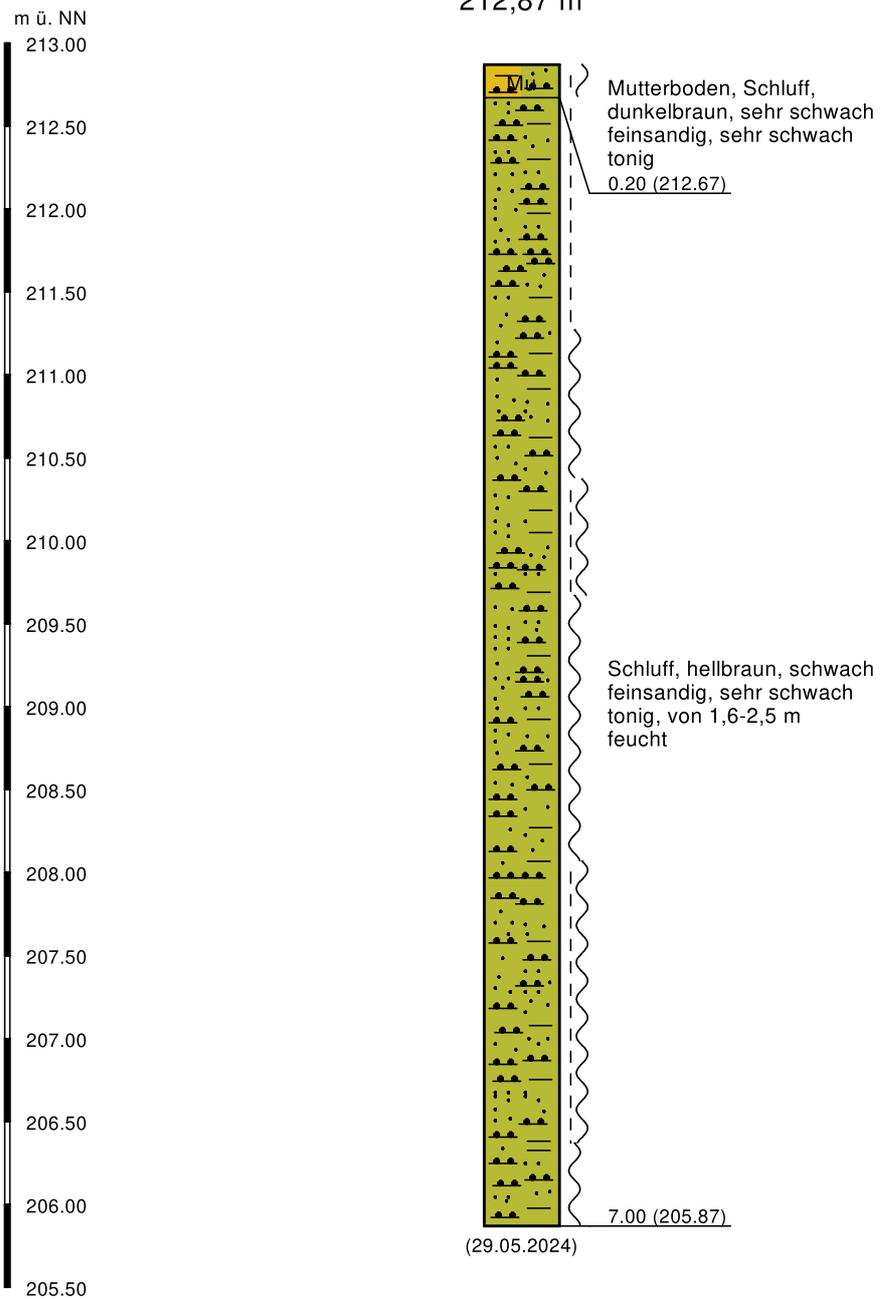


Steine



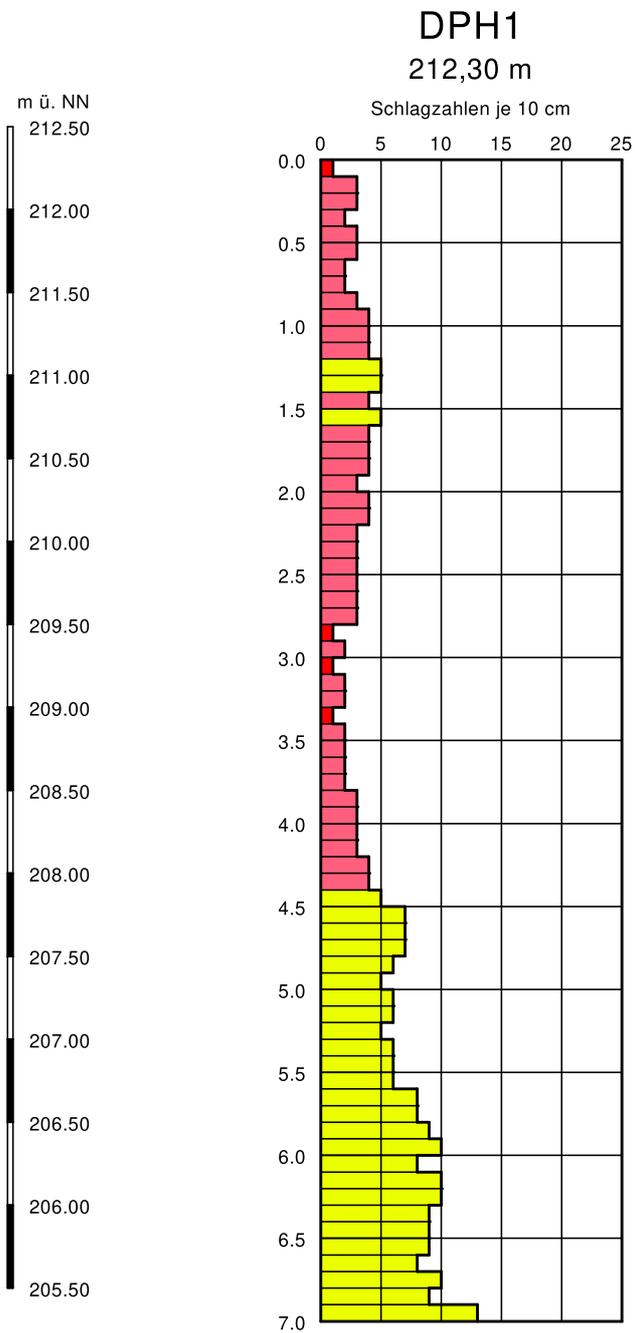
Schluff

RKS5 212,87 m



Legende

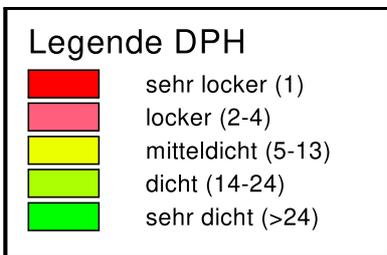
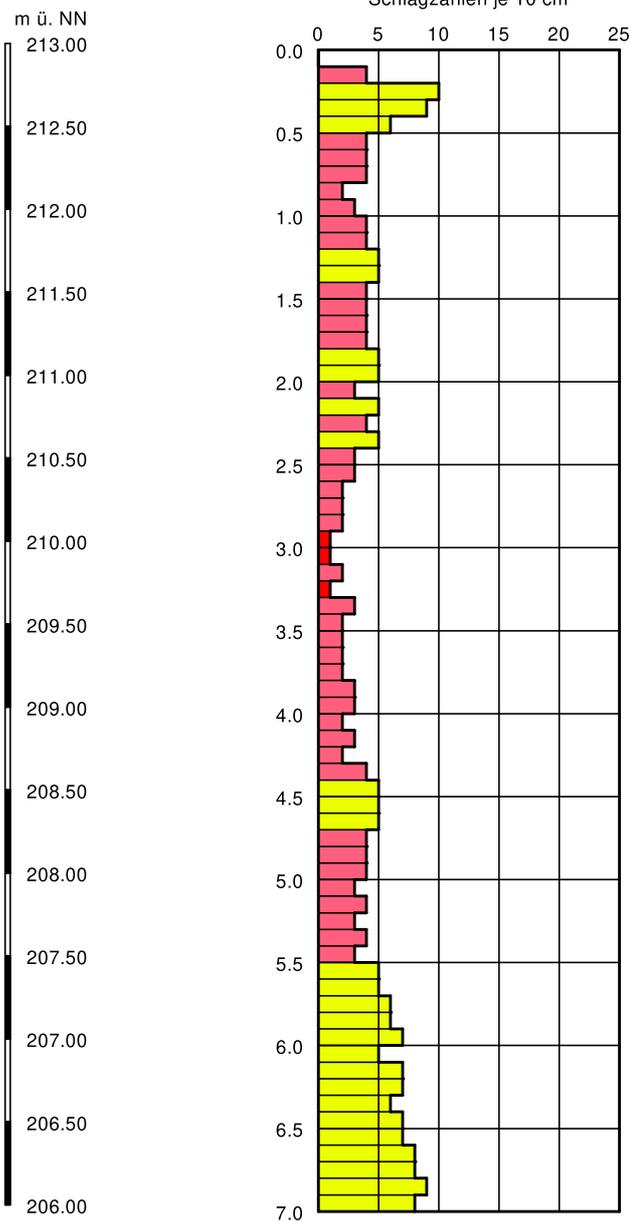
| | | | |
|--|---------------|--|-------------|
| | steif | | Mutterboden |
| | weich - steif | | Schluff |
| | weich | | |



Legende DPH

- sehr locker (1)
- locker (2-4)
- mitteldicht (5-13)
- dicht (14-24)
- sehr dicht (>24)

DPH2 212,96 m



ANLAGE 3

Probenahmeprotokolle - Schichtenverzeichnisse

| Name des Unternehmers: Dipl. Geol. J. Brehm GmbH | | Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 | | | | Seite:3.1 |
|--|--|--|---|---|--|--|
| Name des Auftraggebers: SAN Immobilien GmbH | | | | | | Aufschluss: RKS1 |
| Bohrverfahren: RKS Datum: | | | | | | Projektnr: 2410705 |
| Druchmesser: 50 / 32 mm | | | | | | |
| Projektbezeichnung: Mönchbergerstr.7, Röllbach | | Name des Probenehmers: M. Sc. M. Möller | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Tiefe bis m | Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie) | Farbe Kalk- gehalt | Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw. | Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. | Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe | Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge |
| 0.10 | Mutterboden Schluff | dunkelbraun | | | | |
| | | | | | | |
| 1.30 | Auffüllung, Schluff schwach feinsandig, schwach tonig, Ziegelretse | rotbraun | steif | | GP/1/1 | |
| | | | | | | |
| 2.50 | Schluff feinsandig, sehr schwach tonig | hellbraun | weich | | GP/1/2 | |
| | | | | | | |
| 3.40 | Schluff | hellbraun | steif | | GP/1/3 | |
| | | | | | | |
| 7.00 | Schluff tonig - schwach tonig | hellbraun - hel rotbraun | steif | | GP/1/4 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|--|
| Name des Unternehmers: Dipl. Geol. J. Brehm GmbH | | Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 | | | | Seite:3.2 |
| Name des Auftraggebers: SAN Immobilien GmbH | | | | | | Aufschluss: RKS2 |
| Bohrverfahren: RKS Datum: | | | | | | Projektnr: 2410705 |
| Druchmesser: 50 / 32 mm | | | | | | |
| Projektbezeichnung: Mönchbergerstr.7, Röllbach | | Name des Probenehmers: M. Sc. M. Möller | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Tiefe bis m | Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie) | Farbe Kalk- gehalt | Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw. | Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. | Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe | Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge |
| 0.20 | Mutterboden Schluff | dunkelbraun | steif | | | |
| | | | | | | |
| 1.00 | Auffüllung, Schluff tonig | braun | steif | | GP/2/1 | |
| | | | | | | |
| 3.40 | Schluff | hellbraun | steif | | GP/2/2 | |
| | | | | | | |
| 6.30 | Schluff tonig - schwach tonig | hellbraun | weich bis steif | | GP/2/3 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Name des Unternehmers: Dipl. Geol. J. Brehm GmbH | | Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1 | | | | Seite:3.3 | |
|--|--|--|---|---|--|--|--|
| Name des Auftraggebers: SAN Immobilien GmbH | | | | | | Aufschluss: RKS3 | |
| Bohrverfahren: RKS Datum: | | Name des Probenehmers: M. Sc. M. Möller | | | | Projektnr: 2410705 | |
| Druchmesser: 50 / 32 mm | | | | | | | |
| Projektbezeichnung: Mönchbergerstr.7, Röllbach | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Tiefe bis m | Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie) | Farbe Kalk- gehalt | Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw. | Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. | Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe | Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge | |
| 0.20 | Mutterboden Schluff | dunkelbraun | steif | | | | |
| | | | | | | | |
| 1.60 | Auffüllung, Schluff sandig, schwach tonig, schwach kiesig, Ziegelbruch | braun | steif | | GP/3/1 | | |
| | | | | | | | |
| 3.50 | Schluff schwach feinsandig | hellbraun | weich bis steif | | GP/3/2 | | |
| | | | | | | | |
| 5.00 | Schluff schwach tonig | hellbraun | steif | | GP/3/3 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ANLAGE 4

Fundamentdiagramme und Setzungsberechnung Bodenplatte

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | ν [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|
| | 24.0 | 14.0 | 34.0 | 0.0 | 80.0 | 0.00 | 1.000 | Schottertragschicht |
| | 20.0 | 10.0 | 28.0 | 2.0 | 12.0 | 0.00 | 1.000 | Schicht 2: Lösslehm, weich-steif |

Dipl. Geol. J. Brehm GmbH - Am Trieb 15 - 63762 Großostheim

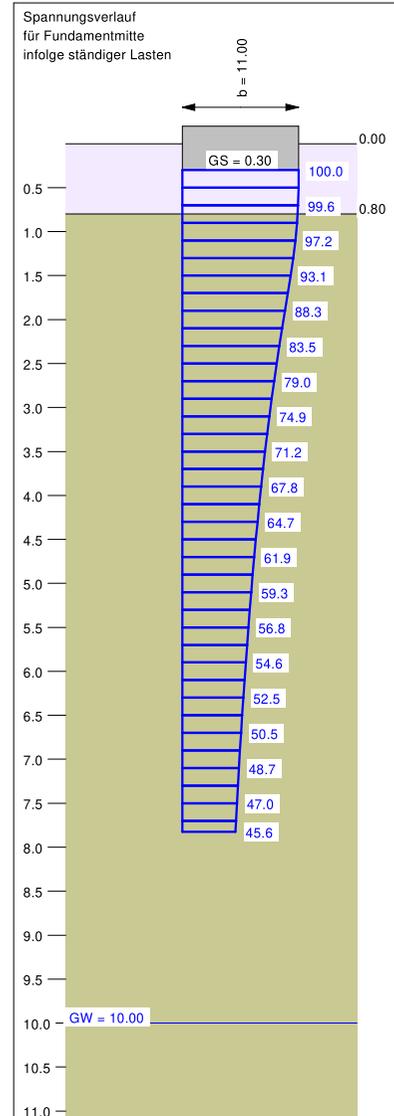
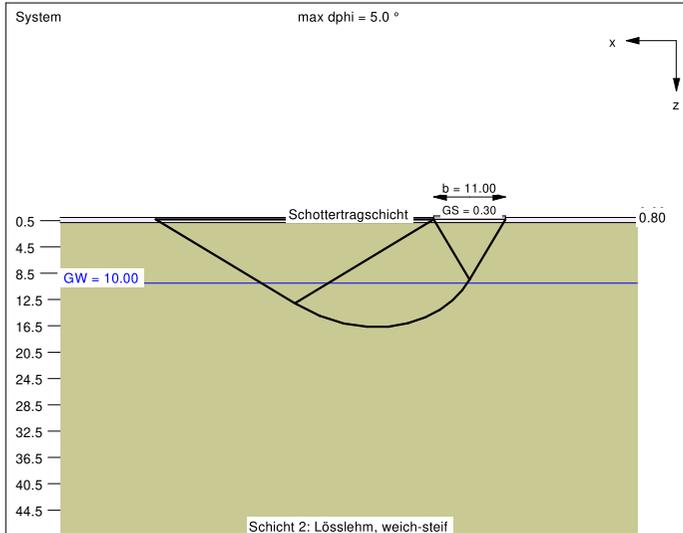
Projekt: Neubau MFH, Mönchbergerstr.7, Röllbach

Projektnummer: 2410705 Anlage: 4.1

Diagramm: Gründung MFH mit Bodenplatte auf Schottertragschicht

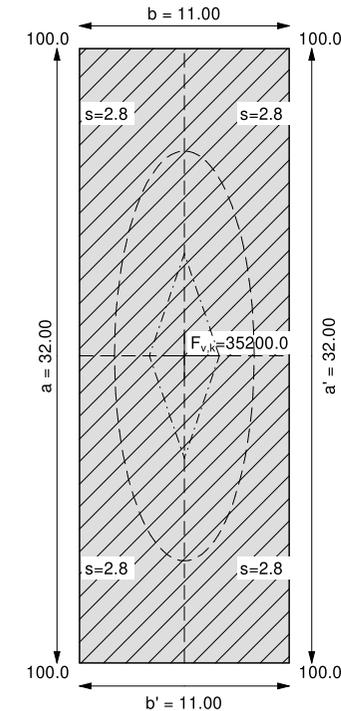
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_D = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{G,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.30 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Datei: MFH Bodenplatte Röllbach.gdg
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundriss
 Setzungen und Spannungsverteilung aus ständigen Lasten

mittlere Bodenpressung = 100 kN/m²; Bettungsmodul k_s = ca. 4 MN/m³



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 35200.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 32.000$ m
 Breite $b = 11.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 32.000$ m
 Breite $b' = 11.000$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 32.000$ m
 Breite $b' = 11.000$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{q1,k} / \sigma_{q1,d} = 1479.7 / 1056.91$ kN/m²
 $R_{n,k} = 520844.47$ kN
 $R_{n,d} = 372031.77$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 35200.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 47520.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.128
 $\text{cal } \varphi = 28.1^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 1.95$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 17.63$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_{ij} = 7.20$ kN/m²
 UK log. Spirale = 16.65 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 65.42 m
 Fläche log. Spirale = 555.39 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 26.05$; $N_{d0} = 14.93$; $N_{b0} = 7.45$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.174$; $v_d = 1.162$; $v_b = 0.897$
 Setzung infolge ständiger Lasten:
 Grenztiefe $t_g = 7.82$ m u. GOK
 Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.82 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 2.82 cm
 rechts oben = 2.82 cm
 links unten = 2.82 cm
 rechts unten = 2.82 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{s,stab} = 35200.0 \cdot 11.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 174240.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $M_{EQU} = 0.0 / 174240.0 = 0.000$



| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | ν [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|
| | 24.0 | 14.0 | 34.0 | 0.0 | 80.0 | 0.00 | 1.000 | Schottertragschicht |
| | 20.0 | 10.0 | 28.0 | 2.0 | 12.0 | 0.00 | 1.000 | Schicht 2: Lösslehm, weich-steif |

Dipl. Geol. J. Brehm GmbH - Am Trieb 15 - 63762 Großostheim

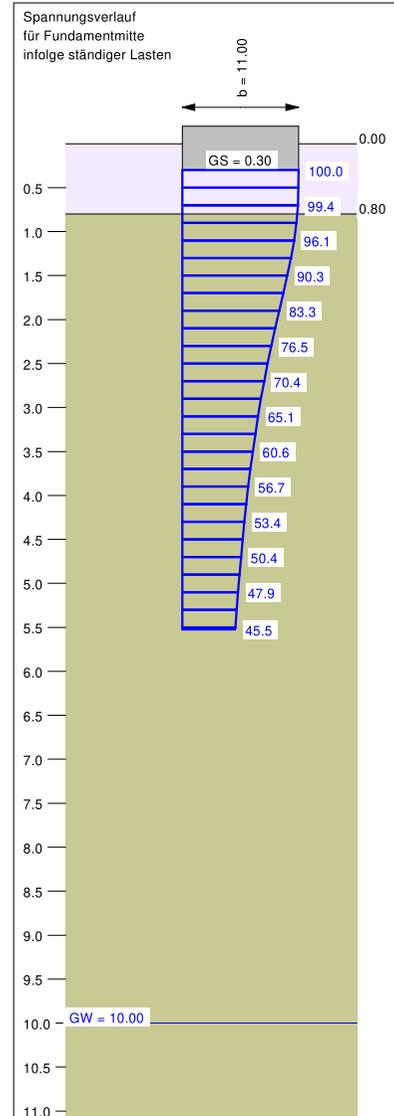
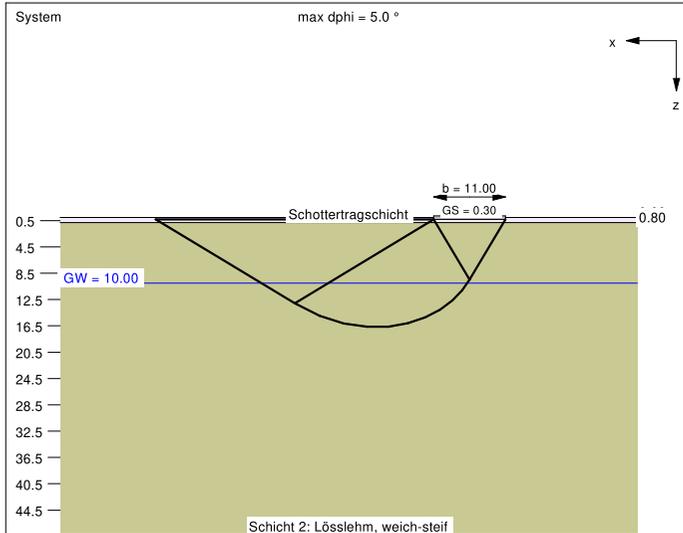
Projekt: Neubau MFH, Mönchbergerstr.7, Röllbach

Projektnummer: 2410705 Anlage: 4.2

Diagramm: Gründung DH mit Bodenplatte auf Schottertragschicht

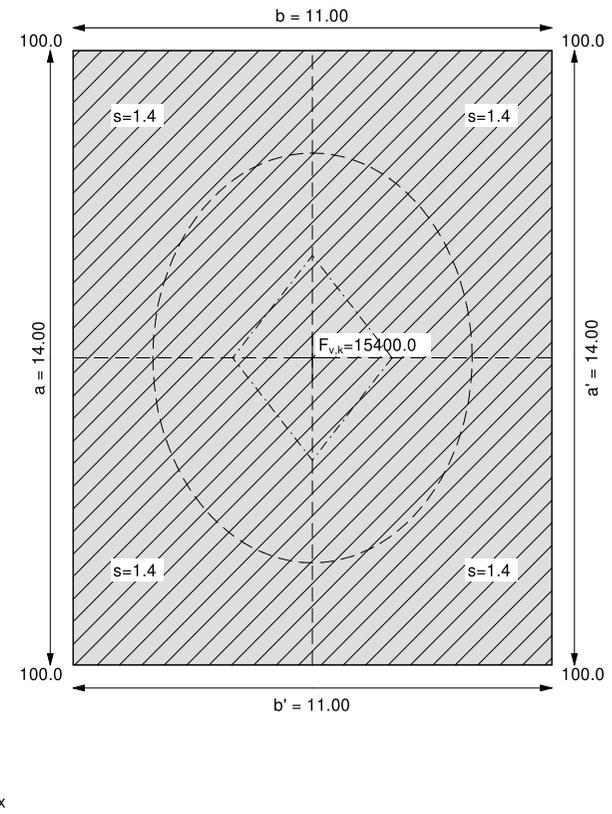
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_D = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{G,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.30 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Datei: DH Bodenplatte Röllbach.gdg
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundriss
 Setzungen und Spannungsverteilung aus ständigen Lasten

mittlere Bodenpressung = 100 kN/m²; Bettungsmodul k_s = ca. 7 MN/m³



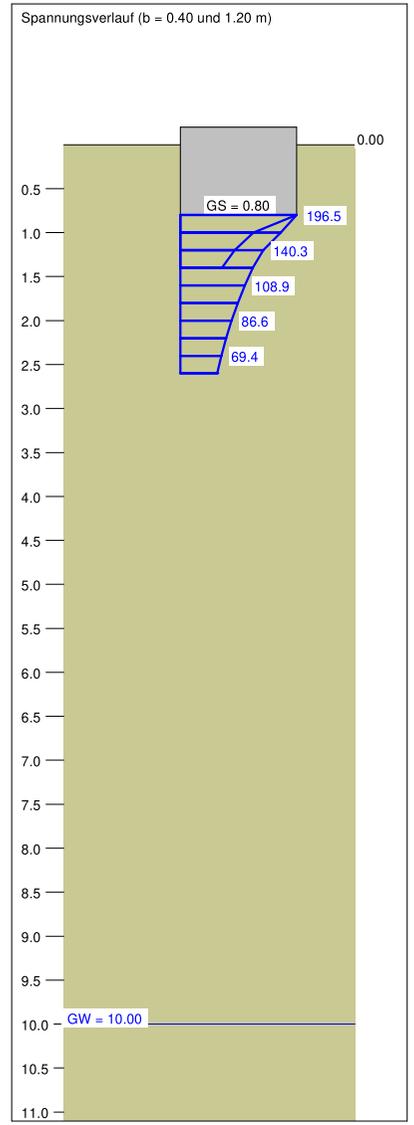
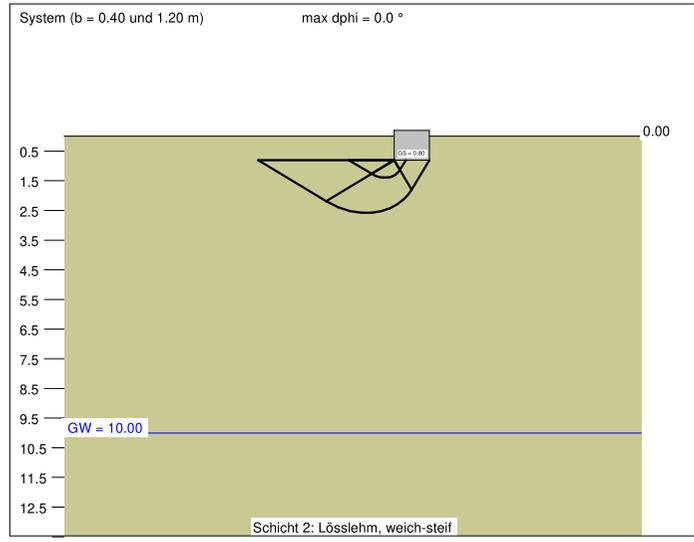
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 15400.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 14.000$ m
 Breite $b = 11.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 14.000$ m
 Breite $b' = 11.000$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 14.000$ m
 Breite $b' = 11.000$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{q1,k} / \sigma_{q1,d} = 1322.0 / 944.26$ kN/m²
 $R_{n,k} = 203583.34$ kN
 $R_{n,d} = 145416.67$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 15400.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 20790.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.143
 $\text{cal } \phi = 28.1^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 1.95$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 17.63$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_{ij} = 7.20$ kN/m²
 UK log. Spirale = 16.65 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 65.42 m
 Fläche log. Spirale = 555.39 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 26.05$; $N_{d0} = 14.93$; $N_{b0} = 7.45$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.397$; $v_d = 1.370$; $v_b = 0.764$
 Setzung infolge ständiger Lasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.52$ m u. GOK
 Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.37 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 1.37 cm
 rechts oben = 1.37 cm
 links unten = 1.37 cm
 rechts unten = 1.37 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 15400.0 \cdot 11.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 76230.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $M_{EQU} = 0.0 / 76230.0 = 0.000$

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | ν [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------|
| | 20.0 | 10.0 | 28.0 | 2.0 | 12.0 | 0.00 | 1.000 | Schicht 2: Lösslehm, weich-steif |

Dipl. Geol. J. Brehm GmbH - Am Trieb 15 - 63762 Großostheim
 Projekt: Neubau MFH, Mönchbergerstr.7, Röllbach
 Projektnummer: 2410705 Anlage: 4.3
 Diagramm: Streifenfundamente in Schicht 3 (Lößlehm)

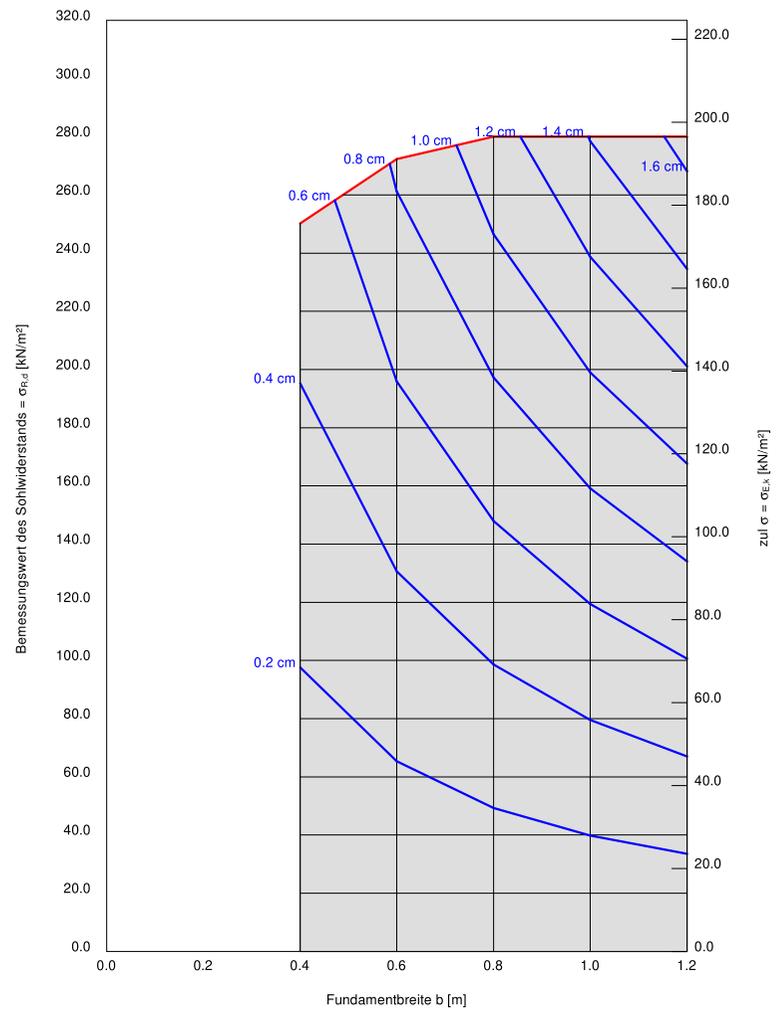
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit $x \cdot b$
 $\chi = 1.500$
 Datei: Streifen Loess Röllbach.gdg
 — Sohldruck
 — Setzungen



| a | b | $\sigma_{E,k}$ | $\sigma_{R,d}$ | $R_{n,d}$ | $\sigma_{E,k}$ | s | cal φ | cal c | γ_2 | σ_U | k_s |
|-------|------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| [m] | [m] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m] | [kN/m ²] | [cm] | [°] | [kN/m ²] | [kN/m ³] | [kN/m ²] | [MN/m ²] |
| 10.00 | 0.40 | 350.2 | 250.2 | 100.1 | 175.6 | 0.51 | 28.0 | 2.00 | 20.00 | 16.00 | 34.3 |
| 10.00 | 0.60 | 381.3 | 272.3 | 163.4 | 191.1 | 0.83 | 28.0 | 2.00 | 20.00 | 16.00 | 22.9 |
| 10.00 | 0.80 | 392.0 | 280.0 | 224.0 | 196.5 | 1.14 | 28.0 | 2.00 | 20.00 | 16.00 | 17.3 |
| 10.00 | 1.00 | 392.0 | 280.0 | 280.0 | 196.5 | 1.41 | 28.0 | 2.00 | 20.00 | 16.00 | 14.0 |
| 10.00 | 1.20 | 392.0 | 280.0 | 336.0 | 196.5 | 1.67 | 28.0 | 2.00 | 20.00 | 16.00 | 11.8 |

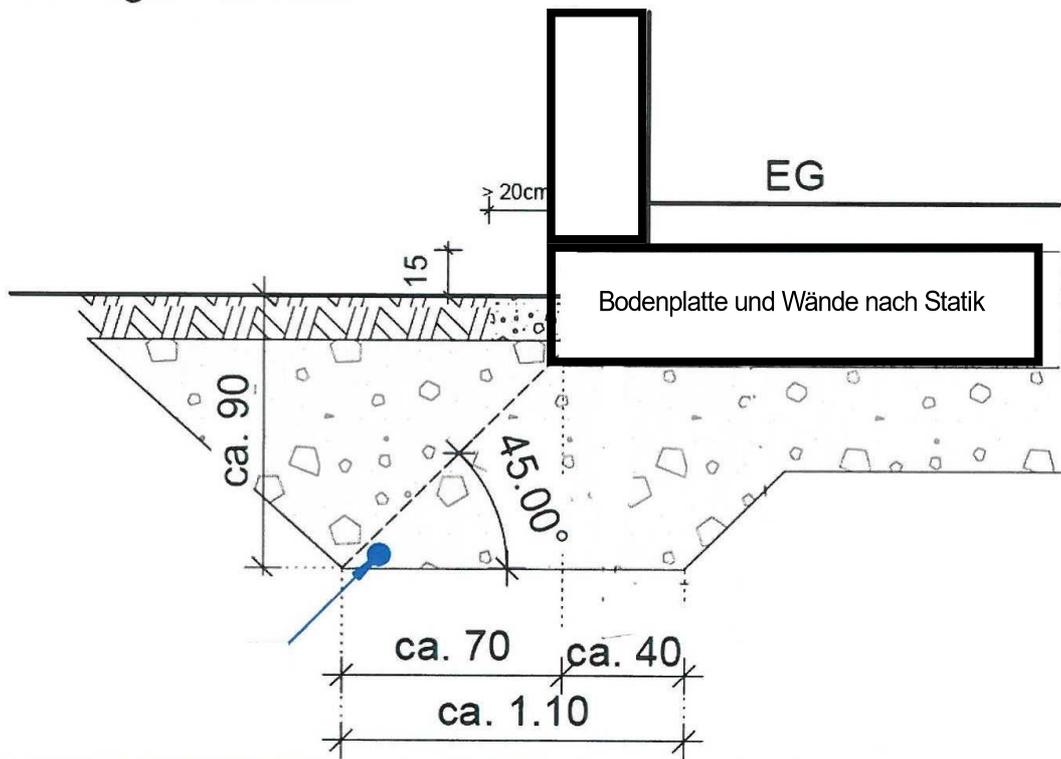
$\sigma_{E,k} = \sigma_{E,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



ANLAGE 5

Systemskizze Frostriegel

Frostriegel M 1:25



| | |
|------------|---|
| Maßnahme | Frostsicherung Bodenplatte mit Schotter als Frostriegel |
| Planinhalt | Systemskizze Frostriegel |
| Bearbeiter | Dipl.-Geol. U. Kähler |
| Maßstab | 1 : 25 |