

## Baugrundgutachten

Bauvorhaben: BV Dorf- und Schulzentrum Roth  
Am Ansbach  
96215 Lichtenfels - Roth

Auftraggeber: Stadt Lichtenfels  
Marktplatz 1+5  
96215 Lichtenfels

Auftragnehmer: **mplan eG**  
Michael-Och-Str. 5  
96215 Lichtenfels  
Tel. 09571-9499994  
Fax 09571-9499996  
[info@mplan-eg.de](mailto:info@mplan-eg.de)

Bearbeitung: Dipl.-Geol. Stefan Borschlegel

Projekt Nr.: 2021 33 170

Datum: 09. Februar 2022

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Vorgang..... 5
2	Verwendete Unterlagen ..... 5
3	Baugelände und geplantes Bauvorhaben ..... 5
4	Durchgeführte Arbeiten..... 7
4.1	Gutachterleistungen im Zuge der Erkundungsarbeiten und der Berichtslegung..... 7
4.2	Feldarbeiten ..... 7
4.3	Vermessung ..... 7
4.4	Laboruntersuchungen ..... 8
5	Untersuchungsergebnisse ..... 8
5.1	Geologischer und hydrogeologischer Überblick..... 8
5.2	Ergebnisse der Bohrungen ..... 8
5.3	Bodenmechanische Kennziffern ..... 11
6	Eigenschaften und Eignung des Baugrundes ..... 13
7	Gründungsberatung und Gründungsempfehlungen ..... 13
7.1	Gründungsberatung ..... 13
7.2	Gründungsempfehlung..... 14
7.3	Aufnehmbare Sohldrucke ..... 14
7.4	Bodenplatte ..... 16
8	Hinweise zu Planung und Bauausführung ..... 17
8.1	Erdarbeiten ..... 17
8.2	Böschungen, Verbau ..... 18
8.3	Bauwasserhaltung ..... 19
8.4	Feuchtigkeitsschutz im Endzustand ..... 19
8.5	Frostsicherheit..... 19
8.6	Beseitigung von Dach- und Oberflächenwasser..... 20
8.7	Auffüllböden / Altlasten..... 20
8.8	Bodenmechanische Kontrollprüfungen ..... 21
8.9	Sonstiges..... 21

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1	Ergebnisse der Bohrungen ..... 8
Tabelle 2	Bodenmechanische Kennziffern und Bodenklassifikation..... 11
Tabelle 3	Aufnehmbare Sohldrucke bei Einzelfundamenten (charakteristische Werte nach DIN 1054:2005) ..... 15
Tabelle 4	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei Einzelfundamenten (Designwerte nach DIN 1054:2010-12) ..... 15
Tabelle 5	Aufnehmbare Sohldrucke bei Streifenfundamenten (charakteristische Werte nach DIN 1054:2005) ..... 16
Tabelle 6	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei Streifenfundamenten (Designwerte nach DIN 1054:2010-12) ..... 16
Tabelle 7	Bettungsmodul..... 17
Tabelle 8	Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche (ausführlich siehe Anlage 3) 18

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan mit Darstellung der Untersuchungspunkte, M ca. 1:700
Anlage 2	Bohrprofile
Anlage 3	Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
Verordnungen / Rechtliche Grundlagen	
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
DWA-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005
LVGBT	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen
VSU Boden und Altlasten	Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern
ZTVE-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV wwG-StB By 05	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die einzuhaltenden wasserwirtschaftlichen Gütemerkmale bei der Verwendung von Recyclingbaustoffen im Straßenbau in Bayern, Ausgabe 2005
Geologische Kürzel (DIN 4022)	
G, g	Kies, kiesig
S, s	Sand, sandig
U, u	Schluff, schluffig
T, t	Ton, tonig
X, x	Steine, steinig
H, h	Humus, humos
Nebengemengenteile (DIN 4022)	
'	schwach, 5-15 %
*	stark, > 30 %
Analytik, chemische Untersuchungsparameter	
HW	Hilfswert gem. LfW-Merkblatt Nr. 3.8/1
MP	Mischprobe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
SM (8)	Schwermetalle nach Klärschlammverordnung, zuzgl. Arsen
Z-Wert	Zuordnungswert nach LAGA M20, LVGBT
uGOK	
uGOK	unter Geländeoberkante
k <sub>f</sub> -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert
KRB	Kleinrammbohrung nach DIN 4021
DPH	Schwere Rammsondierung (engl. dynamic probing heavy)
VSV	Versickerungsversuch

## 1 Vorgang

Der Stadtrat der Stadt Lichtenfels, Marktplatz 1+5, 96215 Lichtenfels hat in der Sitzung vom 13.12.2021 gemäß §2 Abs. 1 BauGB die Aufstellung des Bebauungsplanes B93 „Dorf- und Schulzentrum Roth“ beschlossen.

Zur Beurteilung der Baugrundbeschaffenheit in diesem Bereich wurde die **mplan eG** auf der Grundlage des Angebotes vom 01.12.2021 am 13.12.2021 mündlich von Frau Kerstin Schmidt, Tiefbauamt der Stadt Lichtenfels mit der Durchführung einer orientierenden Baugrunduntersuchung beauftragt.

## 2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden für die Bearbeitung herangezogen:

- [1] Einschlägige DIN Normen
- [2] Vorabzug Bebauungsplan B93 „Dorf- und Schulzentrum Roth“, Stadt Lichtenfels, 08.12.2021; M 1:1.000
- [3] Lageplan mit Koordinaten und Höhe in mDHHN2016 des Schachtes Nr. 1460/110/38, Stadt Lichtenfels, Tiefbauamt, o.M.
- [4] Geologische Karte von Bayern, Blatt CC 6326 Bamberg, Maßstab 1:200.000
- [5] BayernAtlas des Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat
- [6] Hydrogeologische Karte von Lichtenfels, Blatt-Nr. L5932, M 1 : 50.000
- [7] Hochwassergefahrenkarte und Hochwasserrisikokarte (Stand 12/2019) LfU Bayern
- [8] Bayerischer Geothermieatlas (Tiefe Geothermie), LfU Bayern
- [9] Mündliche Angaben zum Bauvorhaben durch Frau Schmidt, Tiefbauamt Stadt Lichtenfels

## 3 Baugelände und geplantes Bauvorhaben

### Standortsituation

Das B-Plan-Gelände B93 „Dorf- und Schulzentrum Roth“ liegt im Ortszentrum von Lichtenfels-Roth und erstreckt sich südlich der Ortsstraße „Am Ansbach“ bis zum „Stephansbrunnengraben“ (südliche Grenze des B-Plan-Geländes). Die Gesamtfläche beträgt ca. 10.200 m<sup>2</sup> (überschlägig ermittelt aus [5]) und nimmt eine nach Westen einfallende Tallage ein. In diesem Tal fließt der „Stephansbrunnengraben“ von Osten nach Westen.

Im Zentrum des B-Plan-Geländes befindet sich der Feuerwehrrstellplatz der Ortsfeuerwehr Roth (ca. 2.000 m<sup>2</sup>), der ausgehend von der Ortsstraße „Am Ansbach“ erschlossen ist. Die Geländehöhe des Stellplatzes beträgt ca. 251,0 bis 252,0 mDHHN, der Bereich südlich des Feuerwehrhauses ca. 249,0 bis 250,0 mDHHN.

Im westlichen Bereich des Feuerwehrrstellplatzes fällt das Grundstück ausgehend von der Straße „Am Ansbach“ (ca. 349,0 bis 352,0 mDHHN) bis zur südlichen Grundstücksgrenze um ca. 2,0 bis 3,0 m ein (ca. 346,0 bis 350,0 mDHHN).

Östlich des Feuerwehrrstandortes fällt das B-Plan-Gelände ab der Straße „Am Ansbach“ (ca. 352,0 bis 253,0 mDHHN) bis zur südlichen Grenze insgesamt flach um ca. 1,0 bis 2,0 m ein (ca. 351,0 bis 352,0 mDHHN).

Mit Ausnahme des Feuerwehrrstellplatzes ist das Grundstück unbebaut (Grün- bzw. Brachflächen mit einzelnen Obstbäumen).

#### Geplante Bauvorhaben [2]

Konkrete Planunterlagen für zukünftige Bauvorhaben lagen zum Untersuchungszeitpunkt nicht vor.

Das Gebiet gilt als Sondergebiet gemäß §11 BauNVO mit der Zweckbestimmung „Aus- und Fortbildung, Spiel, Sport und soziale Zwecke“.

Als zulässige Nutzungen sind aufgeführt:

- a) Ein- oder zweizügige Grundschule
- b) Hort oder Kinderbetreuung
- c) Vereinsräume
- d) Multifunktionssaal (z.B. Aula, Sporthalle, Theaterraum)
- e) Dorfladen
- f) Landarztpraxis
- g) Spielplatz
- h) alle nur für den durch die vorgenannten Nutzungen verursachten Stellplatz-/Garagenbedarf notwendigen Funktionsflächen (Stellplätze, Fahrgassen, Zufahrten usw.)

Für geplante Gebäude gelten folgende allgemeine Vorgaben [2]:

- a) maximale Firsthöhe: 362,00 mDHHN2016
- b) Fertigfußbodenhöhe: 351,00 mDHHN2016

## **4 Durchgeführte Arbeiten**

Nachfolgend sind die Feldarbeiten sowie die begleitenden Ingenieurleistungen und sonstigen Leistungen beschrieben, die der Erstellung des vorliegenden Gutachtens zu Grunde liegen. Die Feldarbeiten wurden am 20.12.2021 durchgeführt.

### **4.1 Gutachterleistungen im Zuge der Erkundungsarbeiten und der Berichtslegung**

- Grundlagenermittlung
- Erstellen des Untersuchungskonzeptes für die Felduntersuchungen
- Fachtechnische Überwachung der Felduntersuchungen
- Entnahme von repräsentativen Bodenmischproben
- Baugrundgutachten Teilleistungen a) bis c) gem. Anlage 1.3, Absatz 1 zu § 3 HOAI (2013)

### **4.2 Feldarbeiten**

Nach erfolgter Spartenauskunft wurden die Bohransatzpunkte (siehe Anlage 1) unmittelbar vor Beginn der Bohrarbeiten zusätzlich mittels elektronischem Leitungssuchgerät hinsichtlich möglicher Ver- bzw. Entsorgungsleitungen überprüft.

Im Untersuchungsbereich wurden insgesamt 6 Kleinrammbohrungen nach DIN 4021 (Durchmesser 80 bis 100 mm) mit Tiefen von 2,00 bis 5,00 m uGOK abgeteuft (Bezeichnung KRB 1 bis KRB 6). Auf die Durchführung eines vorgesehenen Versickerungsversuches wurde aufgrund der geologisch-hydrogeologischen Standortgegebenheiten verzichtet (s.a. Pkt. 8.6).

Die Bohrarbeiten wurden durchgehend fachtechnisch eingewiesen und begleitet. Die Bohrkern wurden organoleptisch und geotechnisch nach DIN 4022 und DIN 18196 angesprochen und beurteilt und repräsentativ beprobt.

### **4.3 Vermessung**

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Bohransatzpunkte ausgehend vom Schacht Nr. 1460/110/38 (Ecke „Am Ansbach“ / Zufahrt Feuerwehrstellplatz) nach Lage eingemessen, einnivelliert und maßstabsgerecht in den Bestandsplan übertragen (s. Anlage 1).

#### 4.4 Laboruntersuchungen

Bodenmechanische Laboruntersuchungen wurden aufgrund der eindeutigen Klassifizierung der ange-troffenen, gründungsrelevanten Böden nicht durchgeführt.

Schadstofftechnische Laboruntersuchungen waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

### 5 Untersuchungsergebnisse

#### 5.1 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Entsprechend der Geologischen Karte von Bayern [4][5] wird der Untergrund im Standortbereich durch pleistozäne und holozäne Talfüllungen in Form von Kies, Sand oder Lehm geprägt.

Darunter folgen Keuperschichten (Wechselfolge aus Sandstein, mittel- bis grobkörnig und Tonstein).

Das Grundwasser steht lt. hydrogeologischer Übersichtskarte [3] in Tiefen von ca. 2,00 bis 3,00 m uGOK an.

Lt. dem Bayerischen Geothermieatlas (Tiefe Geothermie) [8] sind die geologischen Verhältnisse im Standortbereich für die Energiegewinnung nicht geeignet.

#### 5.2 Ergebnisse der Bohrungen

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Bohrungen zusammenfassend dargestellt. Die Protokolle der Bohrungen sind als Anlage 2 (Bohrprofile) dem Bodengutachten beigelegt.

Tabelle 1 Ergebnisse der Bohrungen

Bohrung / An-satzhöhe [mDHHN2016]	Tiefe [m uGOK]	Ergebnisse der Bohrungen
KRB 1 349,95	3,00	bis 0,25 m: Mutterboden / U, t'-t, h, grau, dunkelgrau, steif bis 1,00 m: Abschwemmmassen / U, t'-t, s', h'', dunkelbraun, braungrau, steif bis 2,05 m: Abschwemmmassen / U, t, s', Holzkohlereste, braun, grau, rostfleckig, weich bis steif bis 3,00 m: Hanglehm / U, t, g-g*, s', x, braun, hellgrau, steif; Ruhewasserspiegel bei 2,76 m uGOK

Bohrung / Ansatzhöhe [mDHHN2016]	Tiefe [m uGOK]	Ergebnisse der Bohrungen
KRB 2 351,10	3,00	bis 0,20 m: Mutterboden / U, t, h, braungrau, grau, steif bis 2,10 m: Abschwemmassen / U, t-t*, s', x', h'', Holzkohlereste, graubraun, braungrau, steif bis 3,00 m: Hanglehm / U, t, g', s', x', braun, grau, rostfleckig, steif
KRB 3 351,85	3,00	bis 0,15 m: Auffüllung (Mutterboden) / U, t'-t, h'', graubraun, steif bis 0,75 m: Auffüllung / T, u', x', dunkelgrau, braungrau, steif bis 0,90 m: Auffüllung / X, s*, weiß, hellbraun, dicht gelagert bis 1,00 m: Auffüllung / U, t, x', braun, steif bis 2,00 m: Kernverlust; Ruhewasserspiegel bei 1,46 m uGOK bis 2,30 m: Auffüllung / U, t, s', x', braun, beige, rostfleckig, steif bis 2,55 m: Auffüllung / U, t, h', grau, dunkelgrau, steif bis 3,00 m: Hanglehm / U, t'-t, g', s', braun, hellgrau, steif
KRB 4 352,02	3,00	bis 0,20 m: Auffüllung (Mutterboden) / U, t', h, braungrau, grau, steif bis 2,10 m: Auffüllung / U, t-t*, g', s', grau, braun, steif; Ruhewasserspiegel bei 1,24 m uGOK bis 3,00 m: Hanglehm / U, t, g'-g, s', x', steif
KRB 5 351,56	5,00	bis 0,25 m: Auffüllung (Mutterboden) / U, t', h'', braun, graubraun, steif bis 1,00 m: Auffüllung / U, t-t*, s', x', braun, grau, steif bis 2,20 m: Kernverlust; Ruhewasserspiegel bei 1,51 m uGOK bis 3,00 m: Auelehm / U, t'-t, s', x', braun, graubraun, steif bis 3,80 m: Auelehm / U, t'-t, s', x', braungrau, grau, weich bis breiig bis 5,00 m: Terrasse / G, u-u*, t', s'-s, braun, graubraun, rostfleckig, locker bis mitteldicht gelagert
KRB 6 350,01	2,00	bis 0,20 m: Mutterboden / U, t'-t, h, x', braungrau, grau, steif bis 2,00 m: Auelehm / U, t'-t, h'', s', braungrau, rostfleckig, steif; Ruhewasserspiegel bei 0,96 m uGOK

#### Auffüllungen (erbohrte Mächtigkeit 2,10 bis 2,55 m)

Auffüllungen wurden nur in den Bohrungen KRB 3, KRB 4 und KRB 5 erbohrt. Hierbei handelt es sich durchgehend um umgelagerte, bindige bis stark bindige, gemischtkörnige Böden (schwach sandige, schwach kiesige, schwach steinige und schwach bis stark tonige Schluffe bzw. schwach schluffige, schwach steinige Tone).

Die Auffüllungen sind organoleptisch unauffällig, besitzen unterschiedliche Farben (weiß, braun, beige, grau, braungrau, dunkelgrau, rostfleckig) und eine überwiegend steife Konsistenz.

#### Mutterboden (erbohrte Mächtigkeit 0,15 bis 0,25 m)

Mutterboden in Form von schwach tonigen bis tonigen, schwach humosen bis humosen Schluffen bilden in allen Untersuchungsbereichen die Deckschicht.

Der Mutterboden ist grau, dunkelgrau oder graubraun und besitzt eine steife Konsistenz.

#### Abschwemmmassen (erbohrte Mächtigkeit 1,80 bis 2,10 m)

Abschwemmmassen in Form von schwach sandigen und schwach bis stark tonigen Schluffen treten nur im westlichen Untersuchungsbereich (KRB 1 und KRB 2) auf.

Die braunen, grauen, graubraunen, dunkelbraunen bzw. rostfleckigen Schluffe sind in Abhängigkeit des Wassergehaltes weich bis steif ausgebildet.

#### Hangbildungen (erbohrte Mächtigkeit 0,45 bis 0,95 m)

Bei den Hangbildungen handelt es sich um tonige Schluffe mit unterschiedlich hohen Anteilen an Kiesen, Steinen oder Sanden. Hangbildungen treten nur im nördlichen Standortbereich (KRB 1 bis KRB 4) auf und wurden nicht durchteuft.

Die Hanglehme sind braun, hellgrau, grau oder rostfleckig und besitzen durchgehend eine steife Konsistenz.

#### Auelehm (erbohrte Mächtigkeit 1,60 bis 1,80 m)

Im südöstlichen Standortbereich (KRB 5 und KRB 6) stehen unter dem Mutterboden bzw. unter den Auffüllungen braune, graubraune, graue oder rostfleckige Auelehme (schwach tonige bis tonige, schwach sandige Schluffe) mit breiiger bis weicher bzw. steifer Konsistenz an.

#### Terrassenkiese (erbohrte Mächtigkeit 1,20 m)

Terrassenkiese in Form von schwach tonigen, schwach sandigen bis sandigen und schluffigen bis stark schluffigen Kiesen wurden nur in der Bohrung KRB 5 in einer Tiefe von 3,80 bis 5,00 m uGOK erbohrt.

Die Kiese sind braun, graubraun oder rostfleckig und locker bis mitteldicht gelagert.

#### Grundwasser

Mit Ausnahme der Bohrung KRB 2 wurde in allen anderen Bohrungen gespannt anstehendes Grund- bzw. Schichtenwasser angetroffen. Die Ruhewasserstände liegen zwischen 0,96 und 2,76 m uGOK.

### 5.3 Bodenmechanische Kennziffern

In der folgenden Tabelle sind die auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und eigener Erfahrungswerte festgelegten, maßgebenden bodenmechanischen Kennwerte dargestellt.

Tabelle 2 Bodenmechanische Kennziffern und Bodenklassifikation

Benennung des Bodens	Spannbreite DIN 18196	Lagerung / Zustandsform***	Reibungswinkel	Wichte erdfeucht	Wichte wasserergesättigt	Wichte unter Auftrieb	Kohäsion	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVT StB	Durchlässigkeit	Steifemodul****
			cal $\phi'$	cal $\gamma$	cal $\gamma_s$	cal $\gamma_d$	cal $c'$			cal $k_f$	cal $E_s$
			[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]			[m/s]	[MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllung (Schluff, schwach sandig, schwach kiesig, schwach steinig, schwach bis stark tonig bzw. Ton, schwach schluffig, schwach steinig)	A [TM, UM, TL, UL]	steif	22,5	19,5	-	9,50	5-10	4	F3	1*10 <sup>-8</sup> bis 1*10 <sup>-9</sup>	10
Mutterboden (Schluff, schwach tonig, humos)	OU, OH	steif	15,0	17,0	-	7,0	4	2	F3	1*10 <sup>-6</sup> bis 1*10 <sup>-7</sup>	2
Abschwemm-massen (Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig, sehr schwach humos)	TL, UL (TM, UM)	steif	27,5	20,5	-	10,5	10	4	F3	1*10 <sup>-7</sup> bis 1*10 <sup>-8</sup>	10

Benennung des Bodens	Spannbreite DIN 18196	Lagerung / Zustandsform***	Reibungswinkel	Wichte erdfeucht	Wichte wassergesättigt	Wichte unter Auftrieb	Kohäsion	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVT StB	Durchlässigkeit	Steifemodul***
			cal $\varphi'$	cal $\gamma$	cal $\gamma_s$	cal $\gamma_d$	cal $c'$			cal $k_f$	cal $E_s$
			[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]			[m/s]	[MN/m <sup>2</sup> ]
Hanglehm (Schluff, tonig, schwach bis stark kiesig, schwach sandig)	TL, UL, (GU)	steif	27,5	20,5	-	10,5	10	4	F3	1*10 <sup>-7</sup> bis 1*10 <sup>-9</sup>	10
Auelehm (Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig, schwach steinig)	TM, UM	steif	22,5	19,5	-	9,5	20	4 / 5	F3	1*10 <sup>-9</sup> bis 1*10 <sup>-11</sup>	15
Terrassenkies (Kies, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, schwach sandig bis sandig)	GW, GI, GU	mitteldicht	32,5	20,0	22,0	12,0	-	3 / 4	F2 / F3	1*10 <sup>-5</sup> bis 1*10 <sup>-6</sup>	40

\*\*\* Tafel- und Erfahrungswerte

## 6 Eigenschaften und Eignung des Baugrundes

Die lt. Bebauungsplan [2] vorgegebene Höhe der Fertigfußböden (OK FFB) geplanter Gebäude beträgt 351,00 mDHHN (= OK Gelände im Endzustand). Schlussfolgernd liegt der frostsichere Gründungsbereich bei ca. 350,00 mDHHN.

Im Bereich der KRB 1 und der KRB 6 liegt die OK FFB etwa 1,00 m über dem derzeitigen Gelände. In den anderen Untersuchungsbereichen (KRB 2 bis KRB 5) liegt die OK FFB zwischen 0,10 und 1,02 m unter dem derzeitigen Gelände.

Im gesamten Untersuchungsbereich wurden in allen Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,80 m uGOK durchgehend bindige, teils umgelagerte Böden (Mutterboden, Auffüllungen, Abschwemmmassen, Hanglehme, Auelehme) mit überwiegend steifer Konsistenz angetroffen. Darunter folgen locker bis mitteldicht gelagerte Terrassenkiese.

Im frostsicheren Gründungsbereich ( $\leq$  350,00 mDHHN) stehen entsprechend der Untersuchungsergebnisse entweder bindige Auffüllböden oder bindige Lehme (Abschwemmmassen) an, die ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen (z.B. Stabilisierung mit Kalkzement, Einbau von Schroppen, partieller Bodenaustausch, Einbau eines Geogitters o.ä.) nicht bzw. nur eingeschränkt für den Abtrag von Bauwerkslasten geeignet sind.

Wasser wurde mit Ausnahme in der KRB 2 in allen Bohrungen angetroffen. Die Ruhewasserstände des gespannt anstehenden Grund- bzw. Schichtenwassers in den Talfüllungen bzw. in den bindigen Böden mit Grobkomponenten stellten sich zwischen 0,96 und 2,76 m uGOK (347,19 bis 350,78 mDHHN) ein.

Den eigentlichen quartären Grundwasserleiter bilden die Terrassenkiese, in denen das Grundwasser gespannt ansteht.

## 7 Gründungsberatung und Gründungsempfehlungen

### 7.1 Gründungsberatung

Geplante Gebäude können nach vollständigem Abtrag des Oberbodens, dem partiellen Abtrag der darunter anstehenden Auffüllungen bzw. Lehme bis in frostsichere Tiefe von 350,00 mDHHN (1,00 m uGOK im Endzustand) und anschließenden Bodenverbesserungsmaßnahmen (z.B. Bodenstabilisierung mittels Kalkzement, Einbau eines Geogitters, Einbau von Schroppen o.ä.) und dem lagenweisen Aufbau mit gut verdichtbaren, kapillARBrechenden Böden bis UK Bodenplatte auf Bodenplatten gegründet werden.

Alternativ kann die Gründung auch auf frostsicheren Einzel- bzw. Streifenfundamenten erfolgen. In diesem Fall ist der Kraftschluss zwischen den Fundamenten und den tragfähigen Terrassenablagerungen z.B. durch Bodenaustausch (z.B. Magerbeton) oder mittels Schottersäulen (Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731) herzustellen.

## 7.2 Gründungsempfehlung

Unter Berücksichtigung bautechnischer und wirtschaftlicher Aspekte empfehlen wir im vorliegenden Fall nach einem partiellem Erdaushub bis in frostsichere Tiefe, dem Verlegen eines stabilisierenden Geogitters (Combigrid 40/40 Q1 GRK 4 C) an der sorgfältig nachverdichteten Aushubsohle und dem anschließenden lagenweisen Aufbau mit gut verdichtbaren, frostunempfindlichen Böden (vorzugsweise Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 bzw. gebrochener Schotter 0/32 oder 0/40) eine Gründung auf Bodenplatten.

## 7.3 Aufnehmbare Sohldrucke

Die Ermittlung der zulässigen Sohldrucke für Einzel- und Streifenfundamente erfolgte auf der Grundlage überschlägiger Setzungs- und Grundbruchberechnungen nach DIN 4019 bzw. DIN 4017. Den Werten liegen die Bodenkennziffern gemäß Tab. 2 sowie die Vorgaben und Empfehlungen gemäß Pkt. 8 dieses Gutachtens zu Grunde.

Der überschlägigen Ermittlung der Sohldrucke liegt folgendes Baugrundmodell zu Grunde:

- bis 2,50 m uUK Fundament (ca. 347,50,00 mDHHN), Bodenaustausch, dicht bzw. Magerbeton
- bis 5,00 m uUK Fundament (ca. 345,00 mDHHN), Terrassenkiese, mitteldicht
- ab 5,00 m uUK Fundament (ca. 345,00 mDHHN), Sandstein, fest

In den nachfolgenden Tabellen sind die Sohldrucke, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bzw. die Setzungen für Einzel- und Streifenfundamente angegeben. Es werden die Werte für Einbindetiefen  $\geq 1,0$  m angegeben. Die dabei zu erwartenden Setzungen betragen  $\leq 1$  cm. Setzungsdifferenzen  $\geq 0,5$  cm sind bei annähernd gleichen Belastungen nicht zu erwarten.

Es ist zu beachten, dass sich die angegebenen zulässigen Sohldrucke und Sohlwiderstände bei Sonderfällen (außermittiger Lastangriff, Einwirken von Horizontalkräften, Fundamentabtreppungen über  $35^\circ$  gegenüber der Horizontalen und weiteren Einschränkungen gem. DIN 1054) reduzieren können. Im Zweifelsfall hat eine Abstimmung mit dem Baugrundgutachter zu erfolgen.

Einzelfundamente

Tabelle 3 Aufnehmbare Sohldrucke bei Einzelfundamenten (charakteristische Werte nach DIN 1054:2005)

	Seitenverhältnis $a/b = 1,00$
	max. 1 cm Setzung
<b>Einbindetiefe</b> (UK Fundament bis GOK)	$\geq 1,00$ m
<b>Fundamentbreite</b>	
0,50 m	325 kN/m <sup>2</sup>
0,75 m	350 kN/m <sup>2</sup>
1,00 m	400 kN/m <sup>2</sup>
1,50 m	475 kN/m <sup>2</sup>
2,00 m	525 kN/m <sup>2</sup>

Tabelle 4 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei Einzelfundamenten (Designwerte nach DIN 1054:2010-12)

	Seitenverhältnis $a/b = 1,00$
	max. 1 cm Setzung
<b>Einbindetiefe</b> (UK Fundament bis GOK)	$\geq 1,00$ m
<b>Fundamentbreite</b>	
0,50 m	450 kN/m <sup>2</sup>
0,75 m	490 kN/m <sup>2</sup>
1,00 m	560 kN/m <sup>2</sup>
1,50 m	660 kN/m <sup>2</sup>
2,00 m	740 kN/m <sup>2</sup>

## Streifenfundamente

Tabelle 5 Aufnehmbare Sohldrucke bei Streifenfundamenten (charakteristische Werte nach DIN 1054:2005)

	<b>max. 1,0 cm Setzung</b>
<b>Fundamentbreite</b>	<b>Streifenfundament Einbindetiefe <math>\geq 1,00</math> m Fundamentlänge bis 25,00 m (OK Fußboden bis UK Fundament)</b>
0,50 m	300 kN/m <sup>2</sup>
0,75 m	325 kN/m <sup>2</sup>
1,00 m	375 kN/m <sup>2</sup>
1,50 m	475 kN/m <sup>2</sup>

Tabelle 6 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei Streifenfundamenten (Designwerte nach DIN 1054:2010-12)

	<b>max. 1,0 cm Setzung</b>
<b>Fundamentbreite</b>	<b>Streifenfundament Einbindetiefe <math>\geq 1,00</math> m Fundamentlänge bis 25,00 m (OK Fußboden bis UK Fundament)</b>
0,50 m	420 kN/m <sup>2</sup>
0,75 m	460 kN/m <sup>2</sup>
1,00 m	520 kN/m <sup>2</sup>
1,50 m	660 kN/m <sup>2</sup>

Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Bei den angegebenen maximalen Setzungen handelt es sich um wahrscheinliche Setzungen.

## 7.4 Bodenplatte

Für die Ermittlung des Bettungsmoduls wurde folgendes Baugrundmodell angenommen:

- bis 0,70 m uUK Bodenplatte (ca. 350,00 mDHHN), Bodenaustausch, dicht  
--- Geogitter (Combigrid 40/40 Q1 GRK 4 C) ---
- bis 3,20 m uUK Bodenplatte (ca. 347,50 mDHHN), Auffüllung / Lehm, steif
- bis 5,70 m uUK Bodenplatte (ca. 345,00 mDHHN), Terrassenkies, mitteldicht
- ab 5,70 m uUK Fundament (ca. 345,00 mDHHN), Sandstein, fest

Der nachfolgend ermittelte Sohldruck basiert auf einer Wanddicke von 0,25 m, aus der eine lasteintragende Fundamentbreite von 1,3 m resultiert.

Zur Gründung der Bodenplatte (angenommene Dicke 0,30 m) wurde für die Vorbemessung der Bettungsmodul überschlägig wie folgt ermittelt:

Tabelle 7 Bettungsmodul

lasteintragende Teilfläche der Bodenplatte	1,3 m * 25 m
aufnehmbarer Sohldruck (Bauwerkslast)	325 kN/m <sup>2</sup>
Setzung (berechnet)	0,01 m
<b>Bettungsmodul (berechnet)</b>	<b>32,5 MN/m<sup>3</sup></b>

#### Hinweis zur Ermittlung des Bettungsmoduls

Bei einer Bemessung nach dem Bettungszifferverfahren ist zu beachten, dass der Bettungsmodul keine Bodenkennziffer ist. Vielmehr hängt der Wert vom Sohldruck und von der wirksamen Fläche, über die die Last in den Baugrund übertragen wird, ab. Demzufolge ist im Einzelfall der Bettungsmodul von Tragwerksplaner und Bodengutachter gemeinsam rechnerisch bzw. iterativ zu ermitteln.

## **8 Hinweise zu Planung und Bauausführung**

### **8.1 Erdarbeiten**

In der folgenden Tabelle werden die beschriebenen Baugrundsichten in Homogenbereiche der Aushubtiefen bis ca. 5,0 m berücksichtigt und eingeteilt. Die Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche sowie Angaben von Eigenschaften mit Spannbreiten sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Weitere ergänzende Angaben sind in der Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 8 Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche (ausführlich siehe Anlage 3)

Bodenarten	Homogenbereiche DIN 18300:2015-08
Auffüllung (bindig)	<b>A1*</b>
Mutterboden	<b>B1</b>
Abschwemmmassen	<b>B2</b>
Hanglehm	<b>B3</b>
Auelehm	<b>B4</b>
Terrassenkies	<b>B5</b>

\* fachtechnische Aushubbegleitung / -überwachung und ggf. Separierung empfohlen

Bei den Tiefbauarbeiten / Gründungsmaßnahmen wird folgendes schrittweises Vorgehen empfohlen:

- flächendeckender, vollständiger Abtrag des Mutterbodens und Zwischenlagerung für spätere Profilierung des Grundstückes bzw. Abfuhr
- partieller Abtrag der bindigen Auffüllungen bzw. der Lehme bis 1,00 m uGOK im Endzustand (350,00 m DHHN) und Zwischenlagerung für spätere Profilierung des Grundstückes bzw. Abfuhr; ggf. stark aufgeweichte Partien an der Aushubsohle sind ebenfalls auszutauschen
- sorgfältige Nachverdichtung der Aushubsohle
- Verlegen eines Geogitters (Combigrid 40/40 Q1 GRK 4 C) an der nachverdichteten Aushubsohle
- lagenweiser Einbau ( $d \leq 0,30$  m) gut verdichtbarer, frostsicherer Böden und sorgfältige lagenweise Verdichtung (vorzugsweise Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 bzw. natürliche Schotter 0/32 oder 0/40) bis UK Bodenplatte; Zielsetzung der Verdichtung ( $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ ).
- Herstellen der Bodenplatte

Starke Nässeinwirkungen auf das Erdplanum verbunden mit einem verstärkten Aufweichen der bindigen Böden sind zu vermeiden.

Anfallende bindige Auffüllungen bzw. natürliche Lehme sind ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen (z.B. Stabilisierung mit Kalkzement) für den Wiedereinbau nicht geeignet.

## 8.2 Böschungen, Verbau

Baugruben und Leitungsgräben mit einer Tiefe von bis zu 1,25 m können nach DIN 4124 senkrecht angelegt werden. Bei Aushubtiefen  $> 1,25$  m sind die in Anlehnung an DIN 4124:2012-01, Punkt 4.2 vorgegebenen Baugrubenböschungswinkel zulässig.

Die im Standortbereich angetroffenen bindigen, steifen Böden können mit  $\leq 60^\circ$ , die nicht bindigen, ungesättigten Böden mit  $\leq 45^\circ$  geböscht werden.

### **8.3 Bauwasserhaltung**

Grundwasser bzw. lokal auftretendes Schichtenwasser stehen gespannt an. Die gemessenen Ruhestandhöhen wurden mit 0,96 bis 2,76 m uGOK (347,19 bis 350,78 m DHHN) ermittelt.

Bei in den Baugruben auftretenden Schichtenwässern bzw. bei hohen Niederschlägen sich ansammelndes Wasser in der Baugrube sind temporäre offene Bauwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

### **8.4 Feuchtigkeitsschutz im Endzustand**

Lt. Hochwassergefahrenkarte und Hochwasserrisikokarte [7] liegt das B-Plan-Gelände außerhalb hochwassergefährdeter Bereiche.

Aufgrund der flurnahen Stau- und Schichtenwasserbildungen empfiehlt sich aus fachlicher Sicht eine umlaufende Ringdrainage (Filtervlies, Drainagerohr DN 100, Rollkies 8/16 bzw. 16/32) nach Fertigstellung des Rohbaus.

Die Gebäude sind nach DIN 18533 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) zu schützen. Die Vorgaben der DIN 18533 sind zu beachten.

### **8.5 Frostsicherheit**

Die frostsichere Tiefe für das Baufeld wird mit 1,0 m uGOK im Endzustand festgelegt. Das Eindringen von Frost in die Gründungssohlen während der Bauphase ist zu vermeiden.

Die Bodenplatten sind durch den Einbau kapillarbrechender Schichten bis 0,70 m uUK Bodenplatte vor Frosteinwirkung geschützt. Der Einbau kapillarbrechender Schichten muss bis  $\geq 1,00$  m über die Ränder der Bodenplatten hinaus erfolgen.

Alternativ können die Bodenplatten auch durch umlaufende Frostschrüzen mit Einbindetiefen von  $\geq 1,00$  m uGOK im Endzustand vor Frosteinwirkung geschützt werden.

## 8.6 Beseitigung von Dach- und Oberflächenwasser

Im südlichen Bereich des Grundstückes (KRB 6) sollte ein Versickerungsversuch durchgeführt werden.

Auf die Durchführung des Versickerungsversuches wurde verzichtet, da die erkundeten fein- und gemischtkörnigen bindigen Böden im Untersuchungsbereich sehr schwach wasserdurchlässig ( $k_f$ -Werte  $\ll 10^{-6}$  m/s) und für die Versickerung von Dach- und Oberflächenwasser nicht geeignet sind. Zudem kann der Mindestabstand zwischen UK Versickerungsanlage und OK Grundwasser von  $\geq 1,00$  m aufgrund der hohen Grundwasserstände nicht eingehalten werden.

Im Endzustand ist zu gewährleisten, dass anfallendes Dach- und Oberflächenwasser z.B. in die Regenwasserkanalisation oder ggf. in den Vorfluter „Stephansbrunnengraben“ abgeleitet wird.

Alternativ wäre für die Rückhaltung des Dach- und Oberflächenwassers ein Auffangteich (erhöhte Verdunstung) mit Überlauf zum Vorfluter denkbar. Dadurch wird ein reduzierter Zulauf in den Vorfluter gewährleistet.

## 8.7 Auffüllböden / Altlasten

Im Bereich des östlichen Baufeldes liegen neben anstehenden, natürlichen Böden großflächig auch umgelagerte natürliche Auffüllböden vor. Die Auffüllungen sind organoleptisch unauffällig. Schadstofftechnische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Grundsätzlich ist anfallender Erdaushub vor Abtransport gemäß den Vorgaben des Abfallrechts zu deklarieren. Der Ablauf ist im Allgemeinen wie folgt:

- |           |   |
|-----------|---|
| Schritt 1 | Aushub mit Aushubüberwachung (ggf. aushubbegleitende repräsentative Beprobung)  |
| Schritt 2 | Zwischenlagerung des Aushubmaterials auf Anweisung der Aushubüberwachung        |
| Schritt 3 | Beprobung der Haufwerke gemäß LAGA PN 98  |
| Schritt 4 | Deklarationsanalytik nach LAGA M20 bzw. nach Anforderung der annehmenden Stelle |

Vorsorglich weisen wir darauf hin, dass für die Beprobung und Deklaration des Aushubmaterials ein Zeitraum von im Allgemeinen 5-6 Arbeitstagen benötigt wird.

## 8.8 Bodenmechanische Kontrollprüfungen

Als Kontrollprüfungen, die während der Bauphase durch den Bauherrn oder das ausführende Bauunternehmen veranlasst werden sollten, empfehlen wir:

- a) die Sohlabnahme der Aushub- und Gründungssohlen sowie die Freigabe durch den Bodengutachter
- b) Überprüfung der Kornverteilung des Bodenaustauschmaterials hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit und Frostempfindlichkeit sofern kein Zertifikat vorliegt
- c) Verdichtungskontrollen (statische bzw. dynamische Lastplattendruckversuche) Bodenaustausch, Zielsetzung der Verdichtung ( $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ ).

Im Falle alternativer Bodenverbesserungsmaßnahmen (z.B. Stabilisierung mittels Zement) sind vorab entsprechende Eignungsprüfungen im Labor durchzuführen.

## 8.9 Sonstiges

Bohrungen erlauben grundsätzlich nur punktuelle Einblicke in den Untergrund. Insofern können örtlich Abweichungen von den beschriebenen Untergrundverhältnissen auftreten. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Lichtenfels, den 09. Februar 2022



Stefan Bornschlegel

Anlage 1

Lageplan mit Darstellung der Untersuchungspunkte

M ca. 1:700

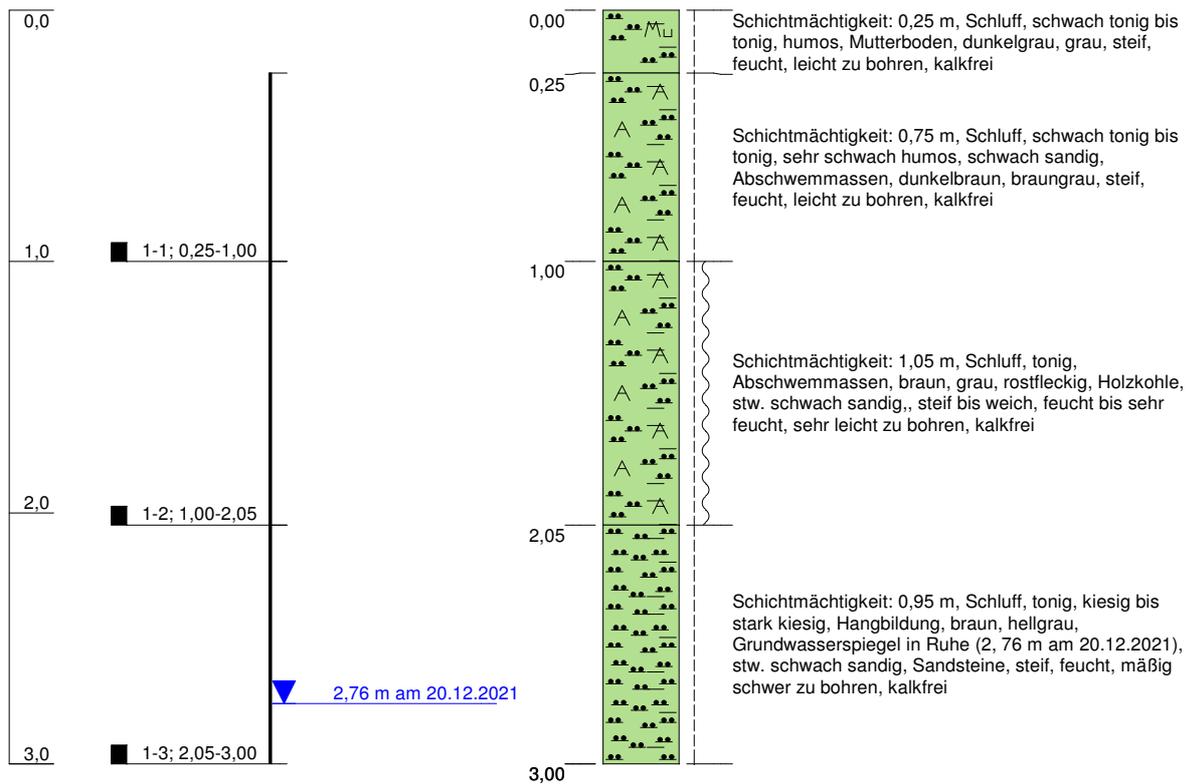


Anlage 2

Bohrprofile

m u. GOK (97,96 m rel. Höhe)

KRB 1



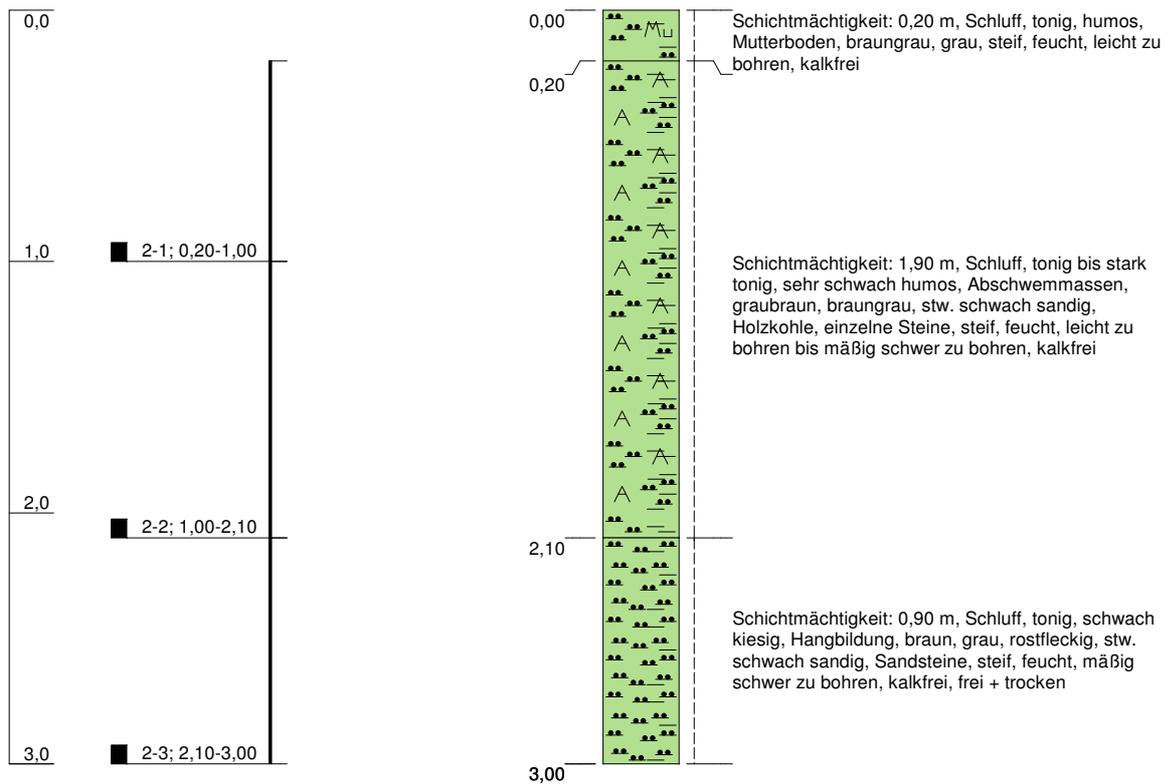
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 1</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 97,96 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (99,11 m rel. Höhe)

### KRB 2



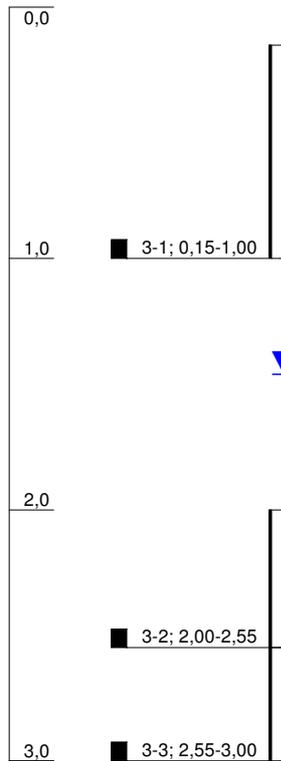
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

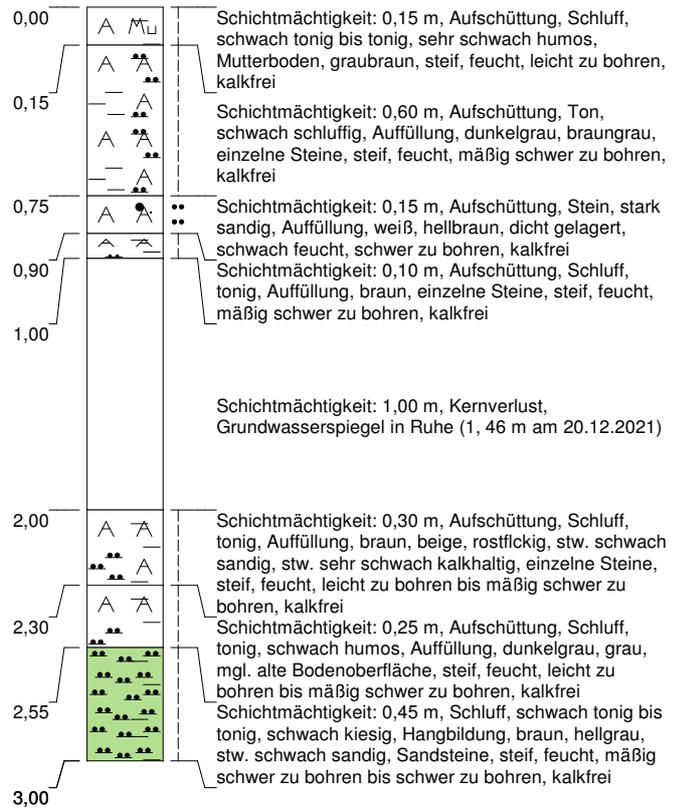
<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 2</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 99,11 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (99,86 m rel. Höhe)

KRB 3



▼ 1,46 m am 20.12.2021



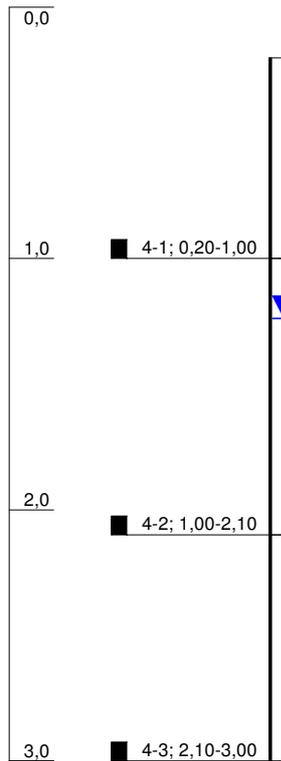
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

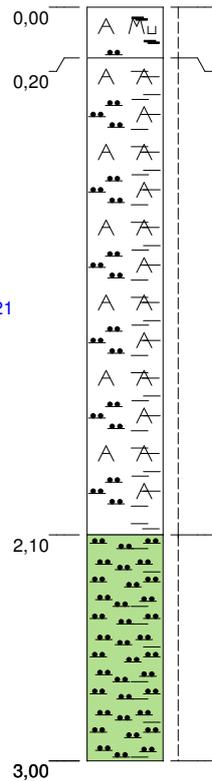
<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 3</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 99,86 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (100,03 m rel. Höhe)

KRB 4



1,24 m am 20.12.20221



Schichtmächtigkeit: 0,20 m, Aufschüttung, Schluff, schwach tonig, humos, Mutterboden, braungrau, grau, steif, feucht, leicht zu bohren, kalkfrei

Schichtmächtigkeit: 1,90 m, Aufschüttung, Schluff, tonig bis stark tonig, schwach kiesig, Auffüllung, grau, braun, Grundwasserspiegel in Ruhe (1,24 m am 20.12.20221), stw. schwach sandig, steif, feucht, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, kalkfrei

Schichtmächtigkeit: 0,90 m, Schluff, tonig, schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig, Hangbildung, braun, grau, Sandsteine, an der Basis schluffiger Sand, stark feucht bis naß, steif, feucht, mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren, kalkfrei

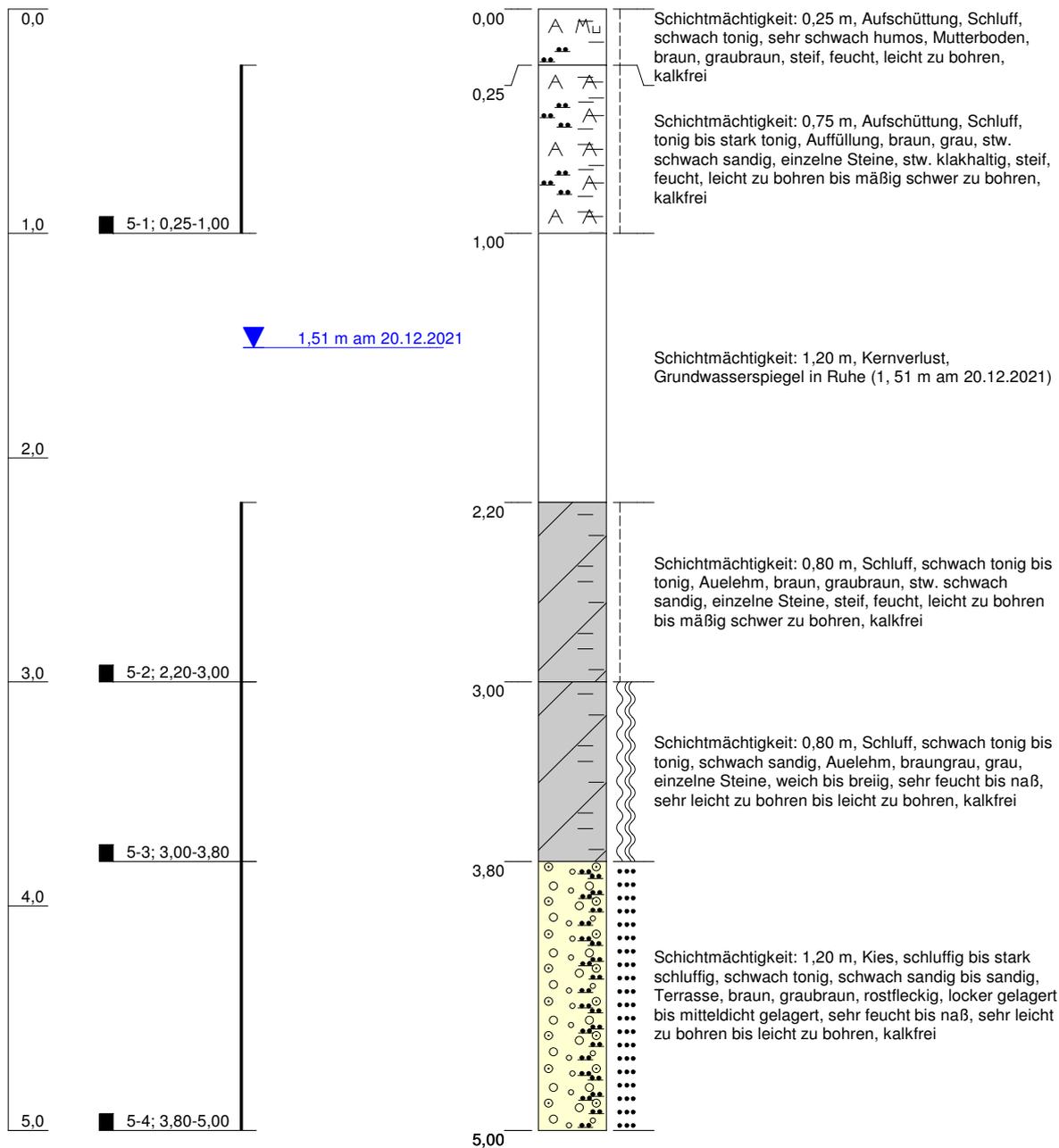
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 4</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 100,03 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (99,57 m rel. Höhe)

KRB 5



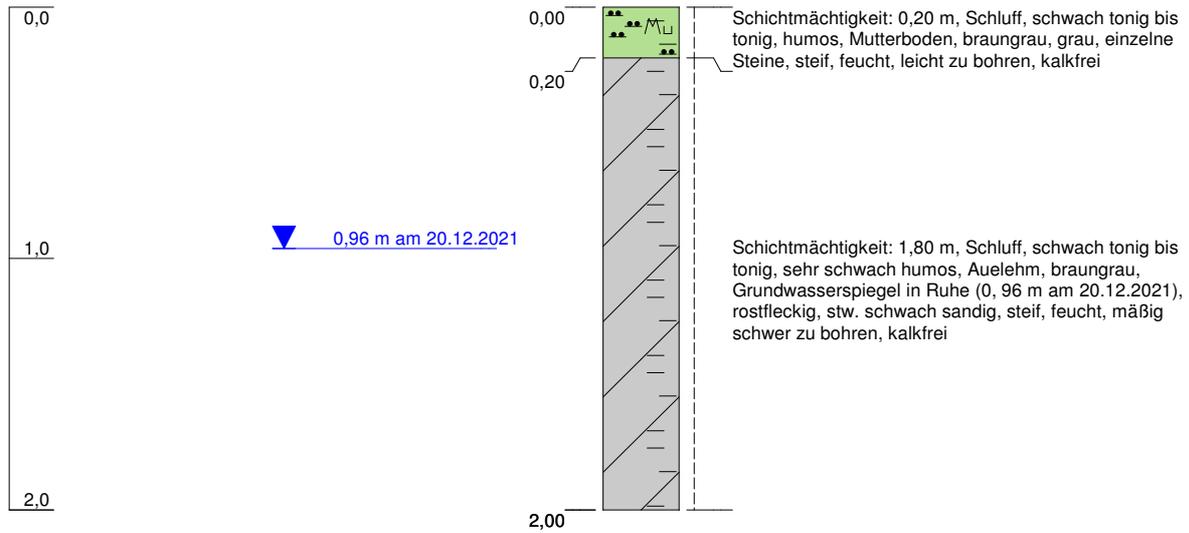
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 5</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 99,57 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 5,00 m	

m u. GOK (98,02 m rel. Höhe)

### KRB 6



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Roth, Am Ansbach 38</b>		
<b>Bohrung: KRB 6</b>		
Auftraggeber: M-Plan e.G.	Rechtswert: 0,000	
Bohrfirma: BAG	Hochwert: 0,000	
Bearbeiter: Skorupinski	Ansatzhöhe: 98,02 m	
Datum: 20.12.2021	Endtiefe: 2,00 m	

Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche

### Anlage 3 Zusammenfassung der Bodentypen und Homogenbereiche

Homogenbereiche DIN 18300:2015-08	A1	B1	B2	B3	B4	B5
Bodenklassen DIN 18300: 2012-09 (Erdarbeiten)	4	1 (2)	4	4	4 / 5	4 / (4)
Bodenklassen DIN 18301 (Bohrarbeiten)	BB 1 bis BB4	BO1	BB 1 bis BB4	BB 2, BB 3	BB 2, BB 3	BN 1, BN 2 (Zusatzklasse BS 1)
Bodenklassen DIN 18319 (Rohrvortriebsarbeiten)	LBM 1 bis LBM 3 + P1 bis P2	-	LBM 1 bis LBM 3 + P1 bis P2	LBM 1, LBM 2	LBM 1, LBM 2	LNW 1 - LNW 3, LN 1 - LN 3
<b>Boden</b>						
Allgemeine Bezeichnung der Bodenart	Verwitterungston	Mutterboden	Abschwemmmassen	Handlehm	Auelehm	Terrasse
Tiefenbereiche ab GOK bis in ca. [m]	2,55	0,25	2,10	3,00	3,80	5,00
Bodengruppe DIN 18196	A (TM, UM, TL, UL)	OU, OH	TL, UL (TM, UM)	TL, UL, (GU) <sup>1</sup>	TM, UM <sup>1</sup>	GW, GI, GU <sup>1</sup>
bindig / nicht bindig / organisch	bindig	bindig, organisch	bindig	bindig	bindig	nicht bindig bis gemischtkörnig
Kornverteilung DIN 18123 und DIN 4022	U, t'-t*, s', x', g' bzw. T, u', x'	U, t', h	U, s'-s, t', h''	U, t, g'-g*, s'	U, t'-t, s', x'	G, u-u*, t', s'-s
Massenanteile: Steine Blöcke DIN 14688-1	nicht erbohrt	keine	nicht erbohrt	nicht erbohrt	nicht erbohrt	nicht erbohrt
Kohäsion, DIN 18137-1 (Begriffe), DIN 18237-2 (3-ax) und DIN 18137-3 (Schervers.) <sup>1</sup>	5-10	2-4	8-15	10 bis 15	15 bis 20	-
Wichte über Wasser bzw. erdfeucht [kN/m <sup>3</sup> ] <sup>1</sup>	19,0 bis 20,0	17,0	19,5 bis 20,5	20,0 bis 20,5	19,0 bis 20,0	21,0 bis 22,0
Undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4 (Flügel), DIN 18136 (1-ax), in MN/m <sup>2</sup>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Wassergehalt DIN 17892	5 bis 15% <sup>1</sup>	15 bis 25 % <sup>1</sup>	5 bis 15% <sup>1</sup>	5 bis 15 % <sup>1</sup>	5 bis 15 % <sup>1</sup>	5 bis 15 % <sup>1</sup>
Konsistenzgrenzen I <sub>c</sub> , DIN 18122	steif I <sub>c</sub> = 0,75 bis 1,0	weich bis steif, I <sub>c</sub> = 0,5 bis 1,0	steif I <sub>c</sub> = 0,75 bis 1,0	steif I <sub>c</sub> = 0,75 bis 1,0	steif I <sub>c</sub> = 0,75 bis 1,0	-
Durchlässigkeit nach Normenreihe DIN 18130 <sup>1</sup>	sehr schwach wasserdurchlässig	schwach durchlässig	sehr schwach wasserdurchlässig	schwach bis sehr schwach durchlässig	sehr schwach durchlässig	durchlässig bis gut durchlässig
<b>Homogenbereiche DIN 18300:2015-08</b>	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B2</b>
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 22476-2	-	-	-	-	-	mitteldicht
Kalkgehalt DIN 18129	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Sulfatgehalt DIN 1997-2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Organischer Anteil DIN 18128 (Glühverlust) <sup>1</sup>	< 6 %	> 6 %	< 6 %	< 6 %	< 6 %	< 6 %
Benennung und Beschreibung organischer Böden DIN 14688-1	-	schwach bis stark humos	sehr schwach humos	-	-	-
Abrasivität NF P18-579 <sup>1</sup>	kaum abrasiv	nicht abrasiv	kaum abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv	Kaum abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv

<sup>1</sup>: Festlegung nach Erfahrungswerten ohne Laborversuche