

BEBAUUNGSPLAN MIT INTEGRIERTER GRÜNORDNUNGSPLANUNG GE „AM HEUWEG“ IN GANACKER

GEOTECHNISCHER BERICHT

Nr. 2017-1603 vom 20.12.2017
ifb Eigenschenk GmbH, Deggendorf



Markt Pilsting

Marktplatz 23 * 94431 Pilsting
1. Bürgermeister Josef Hopfensperger

ENTWURFSBEARBEITUNG

Vorentwurf Fassung 19. März 2018
Entwurf Fassung 09. August 2018
Satzung Fassung 15. Oktober 2018



Willi Schlecht
Willi Schlecht
Dipl.-Ing. (FH) Stadtplaner

INGENIEURBÜRO

Willi **Schlecht**
PLANUNGS GMBH
HIEBWEG 7 POSTFACH 49
94342 Straßkirchen
Telefon (09424) 9414-0
Telefax (09424) 9414-30

G U T A C H T E N



GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftrag Nr. 3171045
Projekt Nr. 2017-1603

KUNDE:

Markt Pilsting
Marktplatz 23
94431 Pilsting

BAUMASSNAHME:

Baugebiet Heuweg, Ganacker

GEGENSTAND:

Baugrunduntersuchung

DATUM:

Deggendorf, den 20.12.2017

Dieser Bericht umfasst 30 Seiten, 7 Tabellen und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere
Zustimmung nicht zulässig. Die Proben werden ohne besondere
Absprache nicht aufbewahrt.

 **Dipl.-Geol. Eduard Eigenschenk**
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für ingenieurgeologische
Bodenuntersuchungen

WASSER | UMWELT

 **Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Hydrogeologie

MONITORING

 **Dr.-Ing. Bernd Köck**
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Historische Bauten,
Nachweisberechtigt für
Standsicherheit (Art. 62, BayBO)
und bauvorlageberechtigt
(Art. 61, BayBO)

PLANUNG

Dr.-Ing. Tobias Kubetzek
Priv. SV Spezialtiefbauplanung

GEOTECHNIK

 **Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo**
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Erdbau im Straßenbau

M. Eng. Stephan Ziermann

Leiter Erd- und Grundbaulabor,
Leiter der nach § 29b BImSchG
vom Bayerischen Landesamt für
Umwelt anerkannten Messstelle
für Geräusche

 **Dipl.-Ing. (FH) Markus Piendl**
von der IHK Niederbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Baugrunderkundung und
Gründung von Hochbauten

FELS

Geol. Dr. Matthias Zeithöfler
Priv. SV Felssicherung
vom Bayr. LfU zert.
Radonfachperson

HISTORISCHE BAUTEN

Kooperationspartner
Prof. Dr.-Ing. Stefan M. Holzer
Universitätsprofessor für
Ingenieurmathematik und
Bauinformatik an der Fakultät für
Bauingenieur- und Vermessungs-
wesen an der Universität der
Bundeswehr München

Inhaltsverzeichnis:

0	ZUSAMMENFASSUNG.....	5
1	VORGANG	5
1.1	Auftrag	5
1.1	Fragestellung	6
1.2	Projektbezogene Unterlagen.....	6
2	BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES.....	7
2.1	Geplantes Bauwerk.....	7
2.2	Geomorphologische und geologische Situation.....	7
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	7
3.1	Ortsbegehung	7
3.2	Baugrundaufschlüsse.....	8
3.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	9
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	9
4.1	Beschreibung der Schichtenfolge.....	9
4.2	Hydrogeologische Verhältnisse.....	10
4.3	Ergebnisse der Wassergehalte und der Konsistenzgrenzen	11
5	BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE	12
5.1	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	12
5.2	Bodenmechanische Kennwerte.....	14
5.3	Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)	15
6	FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON GEBÄUDEN	17
6.1	Rahmenbedingungen.....	17
6.2	Gründungsempfehlung.....	17
6.3	Frostsicherheit	18
7	FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE	18
7.1	Aushub der Baugrube	18
7.2	Baugrubenböschungen	19
7.3	Wasserhaltung	19
7.4	Hinterfüllen/Verdichten.....	20

8	BAUWERK UND GRUNDWASSER.....	21
8.1	Abdichtung / Trockenhaltung.....	21
8.2	Versickerung.....	21
9	HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN	22
9.1	Rahmenbedingungen.....	22
9.2	Herstellung des Oberbaues.....	22
9.3	Ertüchtigung des Untergrundes.....	23
10	FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU	25
10.1	Rahmenbedingung	25
10.2	Aushub und Wiederverwendbarkeit	25
10.3	Grabenverbau und Wasserhaltung	25
10.4	Auflager	26
10.5	Wiederverfüllung.....	27
10.6	Empfehlungen zum Rohrmaterial.....	28
11	ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....	28
11.1	Ergänzende Erkundungen	28
11.2	Beweissicherung.....	29
11.3	Altlasten.....	29
11.4	Einholung der denkmalrechtlichen Erlaubnis	29
11.5	Baubegleitende Überwachung	30
12	SCHLUSSBEMERKUNGEN	30

Anlagen:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Lageplan
Anlage 2:	Bodenprofile
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

Tabellen:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	8
Tabelle 2:	Wasserstände	11
Tabelle 3:	Ergebnisse der Wassergehalte und der Konsistenzgrenzen	12
Tabelle 4:	Bodenklassifizierung	13
Tabelle 5:	Vereinfachtes Baugrundmodell	13
Tabelle 6:	Bodenmechanische Kennwerte	14
Tabelle 7:	Eigenschaften und Kennwerte von Böden	16

0 ZUSAMMENFASSUNG

Mit den durchgeführten Erkundungen wurden unter dem Oberboden lehmige Deckschichten (Homogenbereich 1) angetroffen. Im Liegenden stehen Schotterablagerungen (Homogenbereich 2) an, welche vermutlich eine mitteldichte Lagerung aufweisen. Bis zur Erkundungsendtiefe stehen tertiäre Ablagerungen (Homogenbereich 3), bestehend aus Ton und Feinsand an.

Für die Erschließungsstraße kann unter Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues von 60 cm angenommen werden. Bei den Belastungsklassen Bk1,0/3,2 erhöht sich die Mindestdicke auf 70 cm.

Derzeit liegen keine Planunterlagen zum Leitungsbau vor. Ein Auflager der Rohre auf die Böden des Homogenbereiches 2 kann ohne Zusatzmaßnahmen vorgenommen werden. Eine Auflagerung der Rohre auf die bindigen Böden der Homogenbereiches 1 und 3 muss je nach vorliegenden Konsistenzverhältnissen mit Zusatzmaßnahmen erfolgen.

Aufgrund des hohen Grundwasserstandes ist eine Absenkung des Grundwasserspiegels mit Brunnen vorzusehen oder ein wasserdichter Verbau mit Spundbohlen vorzunehmen.

1 VORGANG

1.1 Auftrag

Der Markt Pilsting plant die Bebauung des Baugebietes „Am Heuweg“ in Ganacker.

Mit Schreiben vom 09.11.2017 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot der IFB Eigenschenk vom 25.07.2017 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse und die daraus folgenden Hinweise für die Planung und Durchführung der Baumaßnahme.

Die Untersuchungen wurden mit dem Ingenieurbüro Willi Schlecht Planungs GmbH koordiniert.

1.1 Fragestellung

Mit der vorliegenden geotechnischen Baugrundbeurteilung soll im Wesentlichen geklärt werden:

- ⇒ welche Böden am Untersuchungsstandort zu erwarten sind und welche bautechnischen Eigenschaften diese aufweisen;
- ⇒ welche Werte der geotechnischen Kenngrößen den Böden zuzuordnen sind;
- ⇒ welche Wasserverhältnisse anzutreffen sind und mögliche Auswirkungen hieraus;
- ⇒ welche Möglichkeiten der Gründung aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht empfohlen werden können;
- ⇒ welche Anforderungen bei der Herstellung der Baugrube zu beachten sind;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage befestigter Flächen im Außenbereich ergeben;
- ⇒ welche Folgerungen sich für den Kanalbau ergeben;
- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden;
- ⇒ welche Versickerungsmöglichkeiten auf dem Grundstück bestehen.

1.2 Projektbezogene Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Vorentwurf Geltungsbereich Ganacker – Heuweg, Deckblatt zum Flächennutzungsplan Markt Pilsting (26.10.2016), M 1 : 1.000

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES

2.1 Geplantes Bauwerk

Es soll das Baugebiet „Am Heuweg“ in Ganacker erschlossen werden. Hierfür wurde eine Baugrunduntersuchung durchgeführt.

Aufgrund der Bauwerkskonstruktion ist die geplante Baumaßnahme vorläufig in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

2.2 Geomorphologische und geologische Situation

Der Untersuchungsstandort befindet sich in Ganacker, einem Ortsteil des Marktes Pilsting im niederbayerischen Landkreis Dingolfing-Landau. Das zu untersuchende Gelände befindet sich auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 2398 und ist weitgehend eben, wie das umgebende Gelände. Derzeit wird der Untersuchungsbereich landwirtschaftlich genutzt.

Nach dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege befindet sich auf dem Grundstück mit der Flur-Nr. 2398 im südlichen Bereich ein Bodendenkmal. Hierbei handelt es sich um Siedlungen vor- und frühgeschichtlicher bzw. mittelalterlich-frühneuzeitlicher Zeitstellung. Weiterhin befindet sich im östlichen Bereich des Grundstückes ein Grabhügel vorgeschichtlicher Zeitstellung. Die Bohrungen haben nicht im Bereich der Bodendenkmäler stattgefunden.

Nach der geologischen Karte von Bayern im Maßstab 1 : 500.000 stehen am Untersuchungsstandort würmzeitliche Schotterablagerungen (Niederterrasse, Spätglazialterrasse) an. Diese bestehen aus einem sandigen Kies.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Ortsbegehung

Bei Beginn der Aufschlussarbeiten wurde eine Ortsbegehung des Standorts und seiner Umgebung durch den Bohrmeister durchgeführt. Eine Dokumentation der Ortsbegehung ist in der Anlage 5 enthalten.

3.2 Baugrundaufschlüsse

Die vorliegende Untersuchung soll der Entscheidung dienen, ob die Baugrundverhältnisse des Standortes für die geplante Baumaßnahme geeignet sind bzw. welche besonderen Anforderungen für die vorgesehene Bebauung zu beachten sind und soll vorläufige Angaben zu den Festigkeits- und Verformungseigenschaften der Böden liefern. Der Untersuchungsumfang wurde deshalb entsprechend einer Voruntersuchung nach DIN 4020 festgelegt.

Es wurde folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt:

- 2 Rammkernbohrungen (RKB) bis 6 m unter Geländeoberkante

Die Felderkundungen fanden am 04.11.2017 statt. Bei den beiden Erkundungen wurde dabei die angestrebte Erkundungstiefe nicht gänzlich erreicht. Der Grund hierfür ist das Antreffen von sehr schwer bohrbaren Böden, sodass kein weiterer Bohrvortrieb mehr möglich war.

Die Ansatzpunkte wurden höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Als Bezugspunkt wurde die Oberkante eines Kanaldeckels mit der Bezeichnung 663 und einer Höhe von 336,51 m ü. NN herangezogen.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
RKB 1	336,31	5,30
RKB 2	335,91	4,80

GOK: Geländeoberkante
m ü. NN: Meter über Normalnull

Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2 aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt.

3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den einzelnen Bodenschichten wurden Proben entnommen und - soweit erforderlich - zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 im Laboratorium untersucht. Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- 1 Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18 121
- 2 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengefasst. Sie werden ggf. im Folgenden bei der Beschreibung der Untergrundverhältnisse näher erläutert.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Felderkundungen haben die aufgrund der regionalen geologischen Situation zu erwartende Schichtung des Baugrundes im Wesentlichen bestätigt. Auf der Grundlage vergleichbarer bodenmechanischer Eigenschaften lassen sich die erkundeten Schichten am Untersuchungsstandort in nachfolgend aufgeführte Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich 1 - Deckschichten

In beiden Bohrungen befinden sich unter dem Oberboden (Schluff, schwach kiesig) bis in eine Tiefe von 1,4 m bzw. 1,9 m unter Geländeoberkante die Böden dieses Homogenbereiches. Hierbei handelt es sich um einen schwach kiesigen, schwach feinsandigen bis feinsandigen und teilweise tonigen Schluff, welcher organische Beimengungen, in Form von Pflanzenresten, aufweist. Die Konsistenz wird als weich bis steif beschrieben, die Farbe als dunkelbraun. Weiterhin tritt in den Bohrungen ein schwach feinsandiger, schwach kiesiger und schluffiger Ton auf, mit sehr weicher bis weicher Konsistenz und hellgrauer bis hellbeiger Farbe.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine geringe bis mäßige Scherfestigkeit und eine schlechte bis mäßige Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist mittel bis hoch, ihre Durchlässigkeit mittel bis sehr gering.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden veränderlich ist und vom Wassergehalt abhängig ist. Der Wassergehalt der Böden kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So kann eine Erhöhung des Wassergehaltes durch Wasserzutritt oder dynamische Belastung die Konsistenz deutlich verschlechtern, dabei ist eine Verschlechterung zu breiiger oder flüssiger Konsistenz nicht auszuschließen.

Homogenbereich 2 – Schotterablagerungen

Im Liegenden des Homogenbereiches 1 steht in beiden Bohrungen ein schwach sandiger bis sandiger sowie schwach schluffiger bis schluffiger Kies an. In der Bohrung RKB 2 wird er als nass angesprochen. Er weist eine hellbeige bis hellgraue Färbung auf.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mittlere bis sehr große Scherfestigkeit und eine mittlere bis gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist sehr gering, ihre Durchlässigkeit groß, mit zunehmendem Feinkornanteil geringer werdend.

Homogenbereich 3 – Tertiäre Ablagerungen

Bis zur Erkundungsendtiefe beider Bohrungen stehen bindige Böden an. Diese bestehen aus einem schwach feinsandigen und schluffigen Ton von zumeist hellgrauer Farbe. Die Konsistenz wird als weich bis halbfest beschrieben. Weiterhin tritt in den Bohrungen RKB 1 und RKB 2 bis zur Erkundungsendtiefe ein toniger Feinsand mit hellgrauer Farbe auf.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine geringe bis mäßige Scherfestigkeit und eine schlechte bis mäßige Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist mittel bis groß, ihre Durchlässigkeit sehr gering.

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den durchgeführten Felderkundungen wurde Wasser angetroffen.

Tabelle 2: Wasserstände

Aufschluss Nr.	Endteufe [m]	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Erkundungsendwasserstand	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]
RKB 1	5,30	336,31	1,10	335,21
RKB 2	4,80	335,91	0,9	335,01

Die Kiese des Homogenbereiches 2 wurden in der Bohrung RKB 2 als nass angesprochen. Diese Böden stellen am Untersuchungsstandort den maßgebenden Grundwasserleiter dar.

Nach der hydrogeologischen Karte von Bayern im Maßstab 1 : 50.000 stellen die sandigen Kiese, welche eine Mächtigkeit von 5 bis 15 m aufweisen einen Grundwasserleiter mit hohen bis sehr hohen Durchlässigkeiten dar. Der mittlere Grundwasserspiegel kann aus der Karte bei etwa 335,3 m ü. NN abgelesen werden. Über mögliche Schwankungsbreiten liegen keine Angaben vor, der maximale Grundwasserstand ist bei Geländeoberkante anzunehmen.

4.3 Ergebnisse der Wassergehalte und der Konsistenzgrenzen

An Bodenschichten wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und dabei die Plastizität sowie der natürliche Wassergehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehalte und der Konsistenzgrenzen

Homogen- bereich	Entnahmestelle		Boden- ansprache	Wassergehalte und Konsistenzgrenzen			
	Probenbe- zeichnung	Tiefe [m]		w [%]	w _L [%]	I _c	DIN 18 196
2/Schotter- ablagerungen	RKB 1/D3	1,90- 2,90	-	11,3	-	-	-
1/Deck- schichten	RKB 2/D4	0,95-1,4	weich	21,62	34,10	0,71	TL
3/Tertiäre Ablagerungen	RKB 2/D8	3,3-3,8	halbfest	17,08	28,71	1,13	TL

w: Wassergehalt

w_L: FließgrenzeI_c: Konsistenzzahl

5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE

5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen, der örtlichen Bodenansprachen und der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche kann die in der folgenden Tabelle dargestellte Klassifizierung der einzelnen Bodenschichten nach den geltenden Normen bzw. rein informativ nach der nicht mehr gültigen DIN 18 300 (2012) vorgenommen werden:

Tabelle 4: Bodenklassifizierung

Homogenbereich	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09
1/Deckschichten	UL/UM/TL/TM, (SU*/ST*) ¹⁾	4	F3
2/Schotterablagerungen	GW/GI/GU/GT/GU*/GT*	3, 4	F1, F2, F3
3/Tertiäre Ablagerungen	TL/TM/SU*/ST*	4	F3

1) untergeordnet

Als wesentliches Ergebnis kann ein vereinfachtes Berechnungsmodell des Baugrundes ausgearbeitet werden. Die Vereinfachung bezieht sich dabei auf die geometrischen Annahmen über den Schichtenaufbau und -verlauf sowie auf die ähnlichen bodenmechanischen Baugrundeigenschaften.

Für das vorliegende Untersuchungsgrundstück ergibt sich folgendes Baugrundmodell:

Tabelle 5: Vereinfachtes Baugrundmodell

Homogenbereich	Unterhalb Kote [m ü. NN]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
1/Deckschichten	335,2	sehr weich bis steif	wenig geeignet
2/Schotterablagerungen	334,4...334,5	vermutlich mitteldicht	geeignet
3/Tertiäre Ablagerungen	331,9...333,4	weich bis halbfest	bedingt geeignet

Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Schichtgrenzen weisen Spannen auf. Bei geotechnischen Nachweisen ist jeweils die ungünstigste Schichtung des Baugrundes zu berücksichtigen. Dabei kann sich je nach Art der zu führenden Standsicherheits-, Verformungs- oder sonstigen Berechnung ein unterschiedliches Berechnungsprofil ergeben.

Ohne Rammsondierungen können die Lagerungsdichten der anstehenden Böden nur geschätzt werden. Für die Terrassenablagerungen (Homogenbereich 2) kann erfahrungsgemäß von mitteldichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle sind geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte als charakteristische Werte für erdstatische Berechnungen zusammengefasst. Sie basieren auf Laboruntersuchungen, örtlichen Erfahrungen, den Angaben der DIN 1055 und DIN 1054 sowie den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferneufassungen (EAU 2004).

Tabelle 6: Bodenmechanische Kennwerte

Schichtpaket	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion, undrained c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m ² [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
1/Deckschichten	16-17,5 ¹⁾	8-9,5 ¹⁾	25-27,5 ¹⁾	0-10 ¹⁾	5-80 ¹⁾	3-6 ¹⁾	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻⁹
2/Schotterablagerungen	18-19 ²⁾	10,5-11,5 ²⁾	32,5-37,5 ²⁾	-	-	50-100 ²⁾	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻⁹
3/Tertiäre Ablagerungen	18-21 ¹⁾	8-11 ¹⁾	20-30	5-20	15-150	2-12	1·10 ⁻⁶ - 1·10 ⁻¹⁰

- 1) konsistenzabhängig
- 2) abhängig von der Lagerungsdichte

Soweit möglich wurden als bodenmechanische Kennwerte vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes nach DIN 4020 angegeben. Soweit in der Tabelle für einzelne Kennwerte Spannen angegeben worden sind, kann im Regelfall mit den Mittelwerten gerechnet werden. Bei Nachweis des Grenzzustandes des Verlustes der Lagesicherheit, des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen sind jedoch die jeweils ungünstigsten Werte anzusetzen.

5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)

Homogenbereiche sind Abschnitte, welche für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

In der folgenden Tabelle sind die nach DIN 18 300 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse möglich ist.

Tabelle 7: Eigenschaften und Kennwerte von Böden

Homogen- bereich	Korn- größen- verteilung	Massenanteil [%]			Dichte ρ [Mg/m ³]	Scherfestig- keit undränniert c_u [kN/m ²]	Wasser- gehalt w [%]	Plasti- zitäts- zahl I_p [%]	Kon- sistenz- zahl I_c [%]	Bezogene Lagerungs- dichte I_D [%]	Orga- nischer Anteil V_{GI} [%]	Boden- gruppe nach DIN 18 196
		Steine > 63 mm	Blöcke > 200 mm	große Blöcke > 630 mm								
1	..2)	≤2 ³⁾	≤0 ³⁾	≤0 ³⁾	1,6-1,7	5-80 ³⁾	15-30	2-30 ³⁾	25-100 ³⁾	..1)	≤6 ³⁾	UL/UM/ TL/TM, (SU*/ ST*)
2	..2)	≤15 ³⁾	≤5 ³⁾	≤2 ³⁾	1,8-1,9	-	8-15	..1)	..1)	35-85 ³⁾	≤3 ³⁾	GW/GI/ GU/GT/ GU*/ GT*
3	..2)	≤2 ³⁾	≤0 ³⁾	≤0 ³⁾	1,8-2,1	15-150 ³⁾	15-30	10-30 ³⁾	50-150 ³⁾	..1)	≤6 ³⁾	TL/TM/ SU*/ ST*

2) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

3) Mit den vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen nicht ermittelt

4) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten

6 FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON GEBÄUDEN

6.1 Rahmenbedingungen

Zu der geplanten Bebauung liegen bisher keine genauen Angaben vor, daher können im Folgenden nur allgemeine Angaben gemacht werden.

Mit den erkundeten Gegebenheiten des Baugrundes liegen durchschnittliche Baugrundverhältnisse vor. Die in Kapitel 2.1 vorgenommene vorläufige Einstufung in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 und DIN 1054 kann damit hinsichtlich der Baugrundverhältnisse bestätigt werden.

Das Bodendenkmal, welches sich auf dem Grundstück befindet, ist bei der Durchführung der Gründungsarbeiten zu beachten. Bei einem Eingriff in den Boden, bei dem die unberührte Erhaltung des betroffenen Bodendenkmals nicht möglich ist, müssen archäologische Ausgrabungen vorgenommen werden. Lässt sich ein Eingriff in den Boden vermeiden, so kann das Bodendenkmal auch überbaut werden und ist hierzu konservatorisch zu überdecken.

Zu der Lagerungsdichte der Kiese (Homogenbereich 2) können keine genauen Aussagen getroffen werden, da keine Rammsondierungen durchgeführt werden. Diese Böden waren mittel bis sehr schwer zu Bohren. Daher kann hier von mitteldichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden.

Im Folgenden werden Gründungsempfehlungen zu Gebäuden mit und ohne Unterkellerung gegeben.

6.2 Gründungsempfehlung

Bei einer Gründung der Gebäude mit Keller, liegt die Gründungssohle erfahrungsgemäß in einer Tiefe von etwa 3,0 m. Nach den Ergebnissen der Felderkundungen befinden sich hier die Böden des Homogenbereiches 2 und 3. Die bindigen Böden des Homogenbereiches 3 liegen hier mit weicher bis steifer Konsistenz vor und sind damit nicht zur Lastabtragung geeignet. Sollten diese Böden in der Gründungssohle anstehen, muss ein Bodenaustausch mit geeignetem Material durchgeführt werden.

Ab einer Tiefe von 3,3 m besitzen die Tone (Homogenbereich 3) nach den Ergebnissen aus der Bohrung RKB 2 eine halbfeste Konsistenz. Damit sind die Böden in diesem Tiefenbereich zur Lastabtragung und Gründung geeignet.

Es eignet sich hierzu z. B. ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand oder Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten. Dieses Material ist auf einem wasserdurchlässigen geotextilen Vlies lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ nachzuweisen ist. Darüber hinaus ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° gegen die Horizontale bei rundkörnigem Material bzw. von 60° gegen die Horizontale bei gebrochenem Material zu beachten.

Werden die Neubauten ohne Unterkellerung durchgeführt, erfolgt die Gründung über eine tragende Bodenplatte erfahrungsgemäß in einer Tiefe von etwa 0,3 m unter Geländeoberkante. Nach Abtrag des Oberbodens stehen hier die Böden des Homogenbereiches 1 an, welche mit ihrer Konsistenz von sehr weich bis maximal steif nicht zur Gründung geeignet sind. Es sollte ein Bodenaustausch erfolgen oder eine Gründung mit Stabilisierungssäulen auf die mitteldicht gelagerten Kiese des Homogenbereiches 2. Die Gründung über Einzel- oder Streifenfundamenten muss in frostfreier Tiefe von etwa 1,2 m erfolgen. Hier stehen nach den Felderkundungen noch immer die Deckschichten (Homogenbereich 1) an. Sollte die Gründung auf diesen Böden erfolgen, müssen auch hier Zusatzmaßnahmen durchgeführt werden.

6.3 Frostsicherheit

Für alle Bauteile ist eine frostsichere Mindesteinbindetiefe von 1,20 m unter der endgültigen Geländeoberkante vorzusehen. Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind gesonderte Schutzmaßnahmen gegen das Eindringen von Frost in den Untergrund und gegen ein Aufweichen der Deckschichten zu ergreifen.

7 FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE

7.1 Aushub der Baugrube

Beim Aushub der Baugrube ist mit Böden der Homogenbereiche 1, 2 und 3 zu rechnen.

7.2 Baugrubenböschungen

Baugruben und Gräben dürfen erst betrieben werden, wenn die Standsicherheit der Wände gemäß den Anforderungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ eingehalten wird. Fundamentgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht geböscht werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1 : 10 bei nichtbindigen Böden bzw. 1 : 2 bei bindigen Böden geneigt ist.

Bei größeren Aushubtiefen sind geböschte Baugrubenwände mit einem Neigungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ gegen die Horizontale in den Böden der Homogenbereiche 1, 2 und 3 herzustellen. Sollten die Böden des Homogenbereiches 2 einheitlich in mindestens steifer Konsistenz vorliegen kann ein Neigungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ gegen die Horizontale angesetzt werden.

Ein rechnerischer Nachweis geböschter Baugrubenwände ist bei Böschungshöhen von mehr als 5 m zu führen. Dies gilt auch, wenn das Gelände neben der Böschungskante stärker als 1 : 10 ansteigt, größere Stapellasten vorliegen oder schwere Baufahrzeuge den erforderlichen Mindestabstand gem. DIN 4124 nicht einhalten. Ein rechnerischer Nachweis ist darüber hinaus erforderlich, wenn der oben angegebene Böschungswinkel überschritten werden soll.

Darüber hinaus sind die Sicherheitsbestimmungen der DIN 4124 bezüglich Ausbildung des Schutzstreifens und der Arbeitsraumbreiten zu beachten.

7.3 Wasserhaltung

Die Erfordernis einer Wasserhaltung ist abhängig von der Einbindung des Bauwerkes und von der gewählten Gründungsart.

Bei Aushubtiefen bis 0,5 m unter dem Grundwasserspiegel ist noch eine offene Wasserhaltung möglich. Dabei wird das in der Baugrube anfallende Wasser in Gräben gesammelt und Pumpensämpfen zugeführt. Von dort wird das Wasser ständig oder zeitweise abgepumpt.

Die Gräben können als offene Gräben ausgebildet werden, da die anstehenden Böden ausreichend standfest sind.

Pumpensümpfe sind Vertiefungen, die während der Aushubphase mit einem Bagger an der tiefsten Stelle der Baugrube ausgehoben werden. In diese Vertiefungen werden z. B. Brunnenringe, gelochte Betonrohre oder ähnliches eingestellt. Um diesen Pumpensumpf herum wird Filtermaterial eingebaut. Das im Pumpensumpf gesammelte Wasser wird mit Tauch- oder Vakuumpumpen abgepumpt. Die Sohle des Pumpensumpfes muss so tief liegen, dass die Aushubsohle an jeder Stelle wasserfrei ist.

Bei größeren Aushubtiefen wird eine offene Wasserhaltung zum Erreichen des erforderlichen Absenkziels nicht mehr ausreichend sein, so dass eine geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen vorzunehmen ist.

7.4 Hinterfüllen/Verdichten

Nach ZTVE-StB 09 sind für Hinterfüllbereiche und Überschüttbereiche grobkörnige bis gemischtkörnige Bodenarten, Gemische aus gebrochenem Gestein 0/100 und natürlich entstandene Schlacken mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 Gew-% oder Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten, geeignet. Die Eignung der zwei letztgenannten Baustoffe ist im Einzelfall zu prüfen.

Die bei dem Bodenaushub gewonnenen Böden der Homogenbereiches 1 und 3 sind damit für einen Wiedereinbau nicht geeignet. Insbesondere dort, wo eine spätere Befahrung vorgesehen ist und somit Setzungen und Sackungen auf der Geländeoberkante grundsätzlich ausgeschlossen werden müssen, sollte kein Aushubboden, sondern gut verdichtbarer und nichtbindiger Boden eingebaut werden. Die Kiese (Homogenbereich 2) sind geeignet.

Hinsichtlich der Verdichtung sind die Anforderungen der ZTVE-StB 09 zu beachten. Demnach sind die zur Hinterfüllung geeigneten Böden in Hinterfüllbereichen und unmittelbar an die Bauwerke angrenzenden Überschüttbereichen unterhalb des Erdplanums so zu verdichten, dass ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 100\%$ erreicht wird.

8 BAUWERK UND GRUNDWASSER

8.1 Abdichtung / Trockenhaltung

Werden die Neubauten ohne Kellergeschoss ausgeführt, wird empfohlen, die Abdichtung der Bodenplatte nach den Vorgaben der DIN 18 195-4 vorzunehmen. Voraussetzung hierfür ist, dass unter der Bodenplatte eine kapillARBrechende Schicht, z. B. Kies 8/16 mm in einer Dicke von mindestens 15 cm vorgesehen wird. Alternativ erfüllt auch Frostschutzkies mit einer Schichtdicke von mindestens 40 cm die gleiche Funktion.

Unterhalb der kapillARBrechenden Schicht empfiehlt sich der Einbau eines geotextilen Vlieses. Zwischen kapillARBrechender Schicht und Sauberkeitsschicht der Bodenplatte ist eine Kunststoffolie als Trennlage vorzusehen.

Im Falle einer Unterkellerung gilt:

Die erdberührten Bauteile befinden sich im Einflussbereich von Grundwasser und damit drückendem Wasser. Es ist eine Abdichtung nach den Vorgaben der DIN 18 195, Teil 6, und damit als „Schwarze Wanne“ bzw. die Ausführung einer „Weißen Wanne“ aus wasserundurchlässigem Beton vorzusehen. Eine Dränanlage ist nicht erforderlich.

Das Errichten des Bauwerks im Grundwasser stellt im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes ein Einbringen von Stoffen ins Grundwasser dar und ist daher genehmigungspflichtig. Die Genehmigung ist bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde zu beantragen.

8.2 Versickerung

Grundlage zur Versickerung von unbedenklichen und tolerierbaren Niederschlagsabflüssen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138: „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, April 2005, der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Demnach sind Böden dann zur Versickerung geeignet, wenn deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone im Bereich $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ liegt.

Die Böden der Homogenbereiche 1 und 3 im Untersuchungsbereich erfüllen die Anforderung nicht. Daher ist eine Versickerung in diese Böden nicht möglich.

Die Böden des Homogenbereiches 2 (Schotterablagerungen) könnten die Anforderung erfüllen. Die Durchlässigkeit ist bei diesen Böden abhängig von der Kornverteilung und der Lagerungsdichte. Falls Versickerungsanlagen geplant werden, so sind in den vorgesehenen Flächen Sickerversuche durchzuführen um die genaue Durchlässigkeit ermitteln zu können. Nur dies lässt gesicherte Aussagen zur Sickerfähigkeit der Sande zu.

Zu beachten ist darüber hinaus der hohe Grundwasserstand. Wenn Versickerungsanlagen durchgeführt werden, dann ist ein Abstand von mindestens 1 m zum höchsten mittleren Grundwasserstand einzuhalten.

9 HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN

9.1 Rahmenbedingungen

Im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen sind nach den Erkundungsergebnissen und nach Abtrag des Oberbodens auf Höhe des Erdplanums Böden des Homogenbereiches 1 (Deckschichten) anzutreffen. Es kann deshalb die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zugrunde gelegt werden. Bereichsweise können auch die Kiese des Homogenbereiches 2 anstehen, welche den Frostempfindlichkeitsklassen F 1 bis F 3 zuzuordnen sind. In diesem Fall wird empfohlen, für die Bemessung einheitlich von der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auszugehen, wenn keine detaillierte Untersuchung zur Abgrenzung der Bodenschichten in der Fläche vorliegt.

9.2 Herstellung des Oberbaues

Für die Erschließungsstraßen kann nach RStO 12 die Belastungsklasse Bk0,3 oder Bk1,0/3,2 zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues sind die Tabellen 6 und 7 der RStO 12 heranzuziehen. Das Untersuchungsgelände liegt gemäß Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II. Damit ergibt sich unter Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk0,3 folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues:

Belastungsklasse Bk0,3:	50 cm
Lage der Gradienten:	0 cm
Frosteinwirkungszone II	5 cm
Wasserverhältnisse:	5 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	0 cm
Gesamtaufbau:	<u>60 cm</u>

Unter Zugrundelegung der Belastungsklasse BK1,0/3,2 erhöht sich die Mindestdicke wie folgt:

Belastungsklasse Bk1,0/3,2:	60 cm
Lage der Gradiente:	0 cm
Frosteinwirkungszone II:	5 cm
Wasserverhältnisse:	5 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	<u>0 cm</u>
Gesamtaufbau:	70 cm

Je nach Lage der Gradiente und Ausführung der Randbereiche kann der Aufbau gemäß Tabelle 7 der RStO 12 um ± 10 cm variieren. Die erforderliche Mehr- bzw. Minderdicke wird auf die Dicke der Frostschutzschicht angerechnet.

Die Dicke der Asphaltsschichten und gegebenenfalls zusätzlich vorzusehender Tragsschichten ist nach Tafel 1 der RStO 12 festzulegen.

Es sind folgende Tragfähigkeitswerte bei der Bauausführung nachzuweisen:

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum (Oberkante Frostschutzschicht):
 $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Die geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum bei der Belastungsklasse Bk0,3 (Oberkante Frostschutzschicht) beträgt: $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum (Oberkante Untergrund): $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

9.3 Ertüchtigung des Untergrundes

Nach Abtrag der oberflächennahen Böden stehen im Erdplanumsbereich Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 an. Nach ZTVE-StB 09 und RStO 12 ist auf der Oberkante des Erdplanums ein Verformungsmodul beim Plattendruckversuch von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dieser Wert wird auf den anstehenden bindigen Böden (Homogenbereich 1) mutmaßlich nicht erreicht werden können. Es sollte daher ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung in Form der Zugabe von Feinkalk bzw. eines Kalk-Zement-Gemisches vorgesehen werden.

Die Verbesserungsmethode bzw. die erforderliche Kalk- bzw. Kalk-Zement-Zugabemenge kann durch die IFB Eigenschenk kurzfristig über eine Eignungsprüfung ermittelt werden.

Die erforderliche Zugabemenge ist von den Wasserverhältnissen im Boden abhängig, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Zur Vorbemessung kann eine mittlere Zugabemenge von 3 % angenommen werden.

Bei Ausführung eines Bodenaustausches wird empfohlen, ein gut verdichtbares Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand einzubauen. Geeignet sind auch Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten.

Die Dicke der zu verbessernden oder auszutauschenden Bodenschicht ist von der vorhandenen Tragfähigkeit der anstehenden Böden abhängig. Diese wird wiederum maßgeblich von den Wasserverhältnissen im Boden beeinflusst, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Es wird empfohlen, die erforderliche Dicke bei Baubeginn durch Anlage eines Probefeldes und Durchführung von Plattendruckversuchen zu ermitteln.

Zur Vorbemessung kann von einer Dicke der zu verbessernden bzw. auszutauschenden Schicht von mindestens 30 cm ausgegangen werden. Bei Ausführung eines Bodenaustausches kann die erforderliche Austauschdicke durch Verlegung eines knotensteifen Geogitters vor Einbau der ersten Schüttlage erfahrungsgemäß um etwa 30 % bis 40 % reduziert werden.

Sollten sehr weiche oder breiige Böden auf Höhe des Erdplanums anstehen wird eine Lage Schroppen als erste Schüttlage empfohlen. Diese ist statisch einzuwalzen. Die weiteren Schüttlagen sind ebenfalls statisch zu verdichten, z. B. mit einer Gummiradwalze. Bei Verwendung von Verdichtungsgeräten mit Vibration sind solche mit einer auf die eigentliche Schüttlage begrenzten Tiefenwirkung zu verwenden, z. B. Rüttelplatten oder Oszillationswalzen. Eine dynamische Beanspruchung des Untergrundes ist zwingend zu vermeiden.

Sollten die Kiese (Homogenbereich 2) anstehen, wird der Anforderungswert grundsätzlich erreicht werden können. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine intensive Nachverdichtung oder gegebenenfalls ein einlagiger Bodenaustausch vorzusehen.

10 FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU

10.1 Rahmenbedingung

Der geplante Kanaldurchmesser und die geplante Verlegetiefe sind nicht bekannt. Erfahrungsgemäß liegt die Tiefe für den Kanalbau bei 1,5 m bis 3,0 m unter Geländeoberkante. In dieser Tiefe stehen die Böden der Homogenbereiche 1, 2 und 3 an.

10.2 Aushub und Wiederverwendbarkeit

Beim Aushub fallen die Böden der Homogenbereiche 1 bis 3 an.

Gut verdichten lassen sich die Böden des Homogenbereiches 2 womit diese gut wiederzuverwenden sind. Die bindigen Böden der Homogenbereiche 1 und 3 werden sich bei den angetroffenen Konsistenzverhältnissen nicht ausreichend verdichten lassen. Es sollte deshalb eine Bodenverbesserung durch Zugabe eines Bindemittels oder ein Bodenersatz vorgesehen werden.

10.3 Grabenverbau und Wasserhaltung

Grundsätzlich lassen sich alle gängigen Grabenverbaugeräte einsetzen. Es wird auf die Beachtung der Sicherheitsregeln nach DIN 4124 und der dort aufgeführten Bestimmungen zum Einstell- und Absenkverfahren hingewiesen.

Sofern die Standsicherheit oder die Gebrauchstauglichkeit von benachbarten Gebäuden gefährdet werden könnte, sind solche Grabenverbaugeräte einzusetzen, bei denen mit Auflockerungen oder Nachgeben des anstehenden Bodens nur in einem solchen Umfang zu rechnen ist, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist. Es sind dann z. B. Gleitschienen-Grabenverbaugeräte mit Stützrahmen oder Dielenkammergeräte einzusetzen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Böden im Grundwasserbereich und die Böden des Homogenbereiches 1 bei schlechten Witterungsverhältnissen nicht kurzzeitig standfest sind. Grabenverbaugeräte können in diesen Böden nur mit dem Absenkverfahren eingebracht werden. Dabei dürfen mittig gestützte Grabenverbaugeräte nicht zu Einsatz kommen.

Eine Wasserhaltung ist zur gezielten Ableitung von Oberflächenwasser und Schichtwasser bzw. Grundwasser vorzusehen. Bei Aushubtiefen bis knapp unter dem Grundwasserspiegel ist noch eine offene Wasserhaltung möglich. Hierzu sind Längsdränagen im Kanalgraben entsprechend dem Baufortschritt mitzuführen. In regelmäßigen Abständen sind Pumpensümpfe einzurichten. In der Sohle des Kanalgrabens sollte eine ca. 30 cm dicke Dränageschicht vorgesehen werden, welche mit einem filterstabilen geotextilen Vlies ummantelt wird.

Bei größeren Aushubtiefen ist eine offene Wasserhaltung nicht mehr ausreichend. Es ist dann eine Absenkung des Grundwasserspiegels mit Brunnen vorzunehmen. Die erforderlichen Brunnentiefen und die möglichen Abstände der Brunnen sind abhängig von der Absenktiefe und der Brunnendurchmesser mit hydrologischen Berechnungen festzulegen.

Zu beachten ist hierbei, dass die mögliche Brunnentiefe durch die Oberkante des Stauers (Homogenbereiches 3 Tertiäre Ablagerungen) begrenzt ist. Abhängig von der Bodenschichtung und der geplanten Einbindetiefe kann unter Umständen ein wasserdichter Verbau mit Spundbohlen wirtschaftlicher sein oder die einzig mögliche Lösung darstellen.

Es wird darauf hingewiesen, dass auch fließgefährdete Böden (Sande und sandige Schluffe) vorliegen. Ein Materialaustrag ist durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Einsatz von Holzwolle, zu verhindern.

10.4 Auflager

Unter Berücksichtigung der Angaben der Rohrhersteller der statischen Vorgaben sowie der DIN EN 1610 (Mindestauflagerdicken) kann die Gründung oder die Auflagersituation der Rohre wie folgt unterteilt werden:

Auflager im Bereich der Böden des Homogenbereiches 1 und 3

Da die Böden dieses Homogenbereiches überwiegend mit weicher Konsistenz vorliegen, wird eine Auflagerung der Rohre nicht ohne Zusatzmaßnahmen empfohlen.

Es wird vorgeschlagen, einen Teilbodenaustausch mit gut verdichtbarem, nichtbindigem Bodenmaterial auszuführen. Das Bodenaustauschmaterial ist auf einem geotextilen Vlies einzubauen und ausreichend zu verdichten. Die Dicke des Bodenaustausches sollte mindestens 0,2 m bis 0,3 m betragen, abhängig von den jeweiligen Konsistenzverhältnissen.

Der Bodenaustausch kann bei Verwendung von entsprechendem Material als untere Bettungsschicht angerechnet werden.

Sollten die Böden des Homogenbereiches 3 einheitlich mit mindestens steifen Konsistenzen vorliegen kann eine direkte Auflagerung der Rohre auf diesen Böden vorgenommen werden.

Voraussetzung hierfür ist, dass kein Aufweichen durch Wasserzutritt und/oder dynamische Belastung erfolgt. Aufgeweichte Schichten sind zu entfernen und durch gut verdichtbares Material zu ersetzen. Darauf bzw. auf mindestens steifen Böden kann die herkömmliche Bettungsschicht, z. B. Kiessand mit einer Mindestdicke von 100 mm eingebracht werden.

Auflager im Bereich der Böden des Homogenbereiches 2

Beim Aushub der Grabensohle sind Auflockerungen zu vermeiden, gegebenenfalls ist die Grabensohle mit schwerem Gerät nachzuverdichten. Darauf kann dann die herkömmliche Bettungsschicht, z. B. Kiessand mit einer Mindestdicke von 100 mm eingebracht werden.

10.5 Wiederverfüllung

Leitungszone

Gemäß ZTVE-StB 09 ist für die Leitungszone unter Beachtung des Rohrmaterials grobkörniger Boden bis zu einem Größtkorn von 20 mm einzubauen. Dabei ist sowohl innerhalb als auch außerhalb des Straßenkörpers ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$ nachzuweisen.

Verfüllzone

Außerhalb der Leitungszone soll gemäß der ZTVE-StB 09 möglichst der ausgehobene Boden oder in Dammlage das für den Damm vorgesehene Schüttmaterial zur Grabenverfüllung verwendet werden. Innerhalb des Straßenkörpers ist ein Verdichtungsgrad D_{Pr} gemäß Abschnitt 3.3.2 der ZTVE-StB 09 nachzuweisen. Die Anforderung ist vom Verfüllmaterial abhängig.

10.6 Empfehlungen zum Rohrmaterial

Das Material der Rohrleitungen, Verbindungsstücke etc. ist nach den hydraulischen Erfordernissen zu wählen.

11 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN

11.1 Ergänzende Erkundungen

Es wird empfohlen Rammsondierungen zur Ermittlung der Lagerungsdichte der Böden durchzuführen. Zur indirekten Bestimmung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie zur Erkundung des Ramm- und Bohrverhaltens müssen Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 durchgeführt werden. Dabei stellt die Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe über die gesamte Sondierstrecke ein interpretierbares Maß der Lagerungsdichte dar. Ebenso können Rückschlüsse auf Mantelreibungswerte, Spitzendruckwerte und Schichtgrenzen gezogen werden.

Zu genauen Bestimmung der Durchlässigkeitswerte der anstehenden Böden (Homogenbereich 2) sollten weiterhin Sickerversuche in Schürfgruben durchgeführt werden.

Weiterhin sollten, sobald der Bebauungsplan feststeht, an den für die Neubauten vorgesehenen Stellen weitere Rammkernbohrungen durchgeführt werden.

11.2 Beweissicherung

Aufgrund der Bautätigkeiten, die unvermeidlich Erschütterungen durch Baustellenverkehr, Rammarbeiten oder Verdichtungsarbeiten mit sich bringen, sowie durch eine eventuell erforderliche Grundwasserabsenkung sind Einflüsse auf die Nachbarbebauung nicht auszuschließen. Daher wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes von benachbarten Bauwerken und Straßen empfohlen.

Das Schadensrisiko für Gebäude durch Erschütterungseinwirkungen sollte durch Erschütterungsmessungen und eine Bewertung nach DIN 4150 minimiert werden. Somit kann eine Überwachung und Optimierung der Erschütterungsintensität vor Ort erfolgen sowie der Nachweis erbracht werden, dass die gemäß DIN 4150, Teil 3 geforderten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Da es sich vorliegend um erdbautechnische Maßnahmen handelt, sollten das Beweissicherungsverfahren sowie die Erschütterungsmessung von einem Baugrundsachverständigen durchgeführt werden. Die IFB Eigenschenk steht dazu zur Verfügung.

11.3 Altlasten

Im Zuge der Felderkundungen wurden mittels organoleptischer Ansprache keine Hinweise auf Altlasten oder Kontaminierungen festgestellt.

11.4 Einholung der denkmalrechtlichen Erlaubnis

Im Bereich eines bekannten Bodendenkmals bedarf ein Eingriff in den Boden der Erlaubnis nach Artikel 7 Abs. 1 des Bayerischen Denkmalschutzgesetzes.

Die denkmalrechtliche Erlaubnis muss vom Bauherrn parallel zur Baugenehmigung bei der Unteren Denkmalschutzbehörde beantragt werden.

Erst nachdem die im Benehmen mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege erteilte Erlaubnis der Unteren Denkmalschutzbehörde vorliegt und die darin enthaltenen Auflagen erfüllt wurden, kann mit den Baumaßnahmen begonnen werden.

11.5 Baubegleitende Überwachung

Nach DIN EN 1997-1 und -2 ist während der Bauausführung zu überprüfen, ob die Baugrundverhältnisse den Annahmen entsprechen.


Es wird auf die Erfordernis von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE-StB 09 im Zuge von Verdichtungs- und Hinterfüllungsarbeiten hingewiesen.

12 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen niedergebracht und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die für die Ausschreibung, Planung und Baudurchführung erforderlichen Hinweise und bodenmechanischen Kennwerte wurden erarbeitet und sind im Text- und Anlagenteil dokumentiert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen und Gründungsbedingungen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.

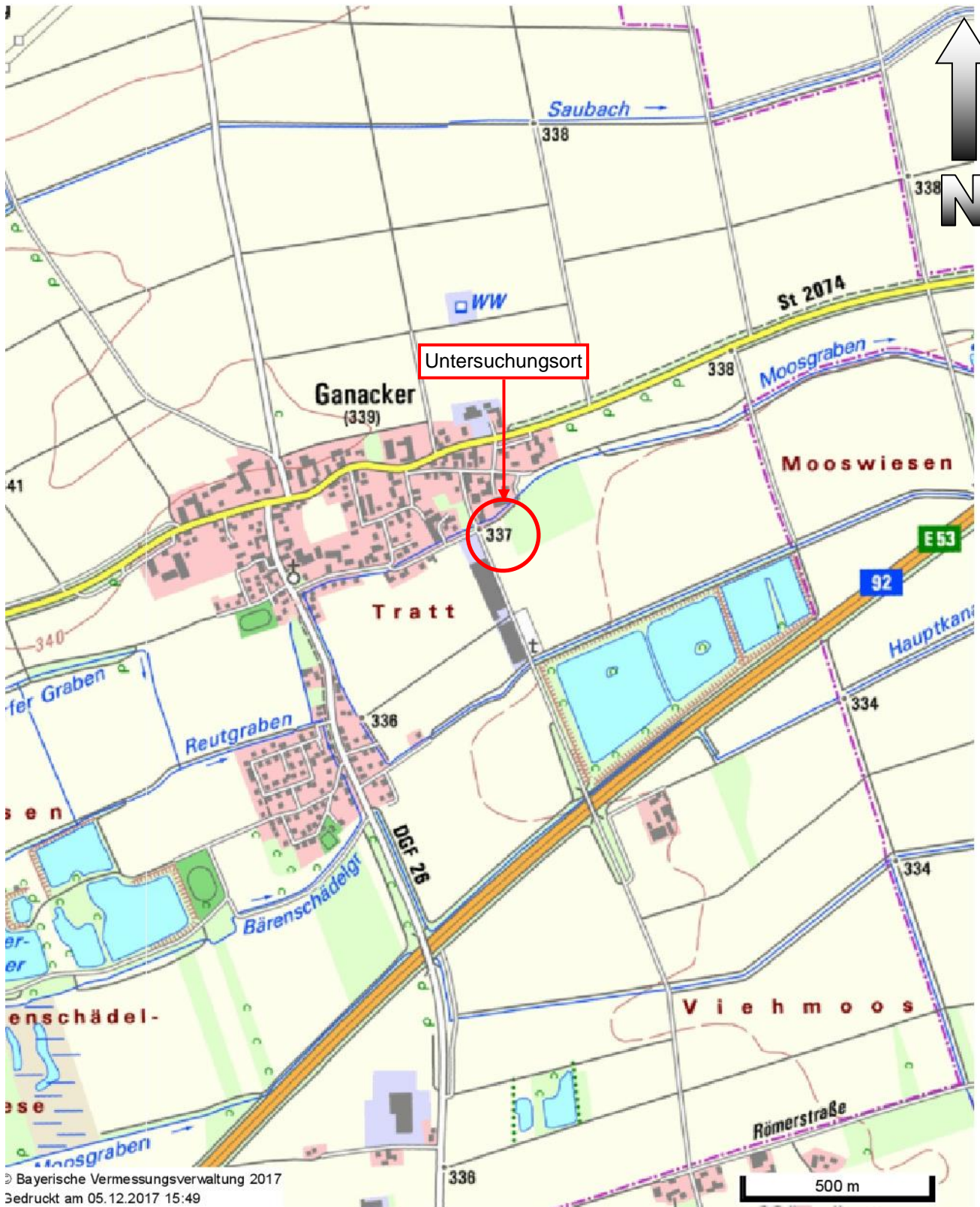
Die IFB Eigenschenk ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktförmige Aufschlüsse, weshalb Abweichungen im flächenhaften Anschnitt nicht auszuschließen sind. Eine Überprüfung des Baugrundaufbaus während des Aushubs und eine Inspektion der Baugrubensohle bleibt damit erforderlich. Ohne örtliche Abnahme gilt die Untersuchung des Baugrundes als nicht abgeschlossen.

 **EIGENSCHENK**
Dipl.-Ing. (FH) Markus Piendl ¹⁾
Fachbereichsleiter Grundbau

 **EIGENSCHENK**
Viktoria Meyer M. Sc.
Sachbearbeiterin

¹⁾ Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugrunderkundung und Gründung von Hochbauten



Kartengrundlage: www.geoportal.bayern.de

Baugebiet Heuweg Ganacker

Übersichtslageplan

Auftrag Nr. 3171045

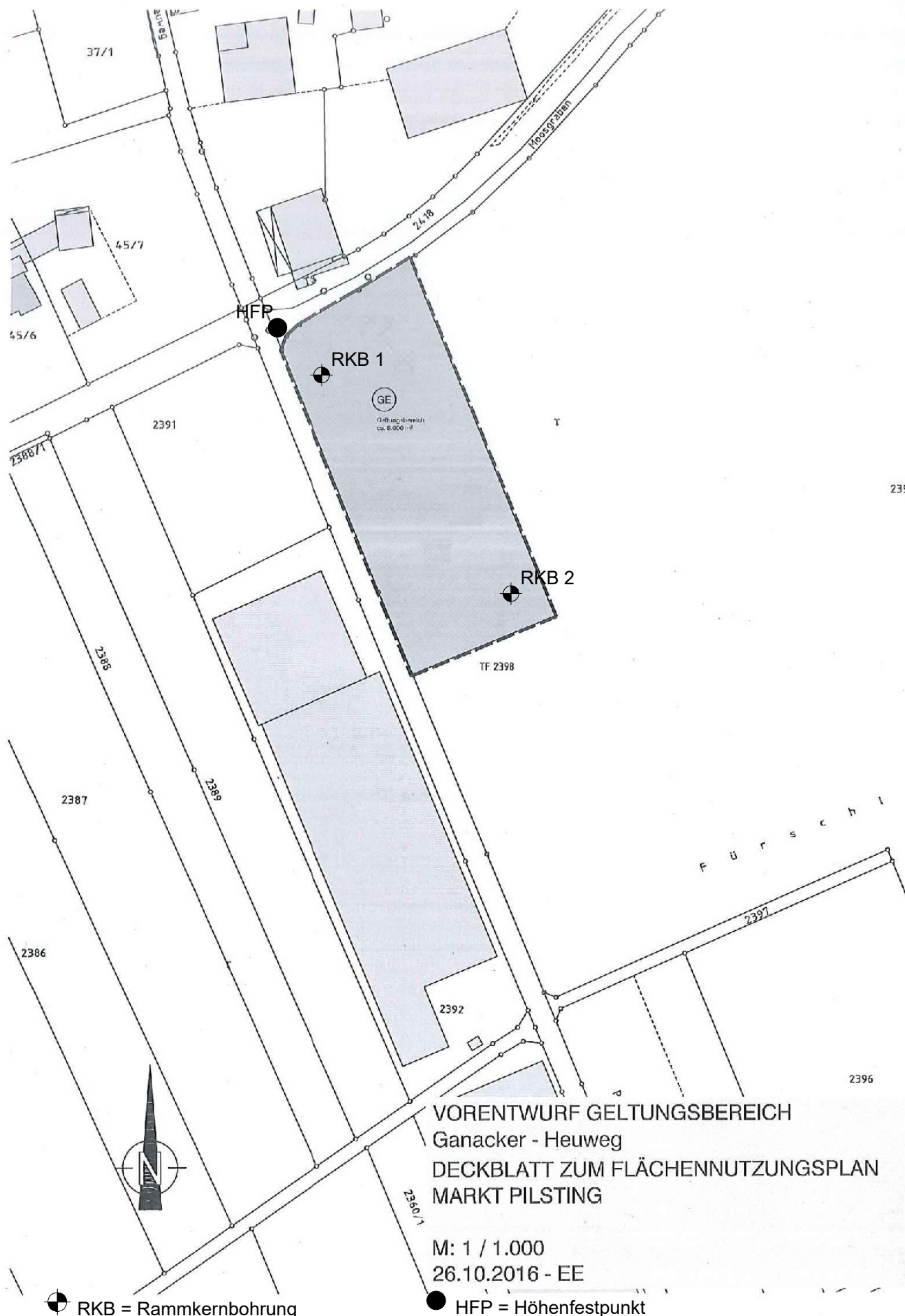
Anlage 1.1

Datum: 18.07.2012

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter: V. Meyer M. Sc.





Auftrag: 3171045, Baugebiet Heuweg, Ganacker

Bearbeiter: A. Oslik

Anlage: 2

Maßstab: 1: 25

Datum: 04.12.2017

Zeichnerische Darstellung von Bodenprofilen nach DIN 14688-1

RKB 1

Ansatzpunkt: 336.31 m ü. NN

0.00m

▽ 336.00m

Oberboden (Schluff,
schwach kiesig, tonig,
org. Beimengung)
Wurzelreste
weich, steif
dunkelbraun

UL/UM

D1 1.10m 1.10m
GW 1.10m

▽ 335.00m

Ton, schwach
feinsandig, schluffig
sehr weich
hellgrau bis hellbeige

TL/TM

D2 1.90m 1.90m

▽ 334.00m

Kies, sandig, schluffig
angerundet
hellgrau bis grau

GU*/GT*

D3 2.90m 2.90m

▽ 333.00m

Kies, schwach sandig
bis sandig
angerundet
hellbeige bis hellgrau

GW/GI

D4 4.40m 4.40m

▽ 332.00m

Ton, schwach
feinsandig, stark
schluffig
steif
braun

TL/TM

D5 4.90m 4.90m

Ton, schwach
feinsandig, schluffig
steif
hellbeige bis grau

TL/TM

D6 5.25m 5.25m

D7 5.30m 5.30m

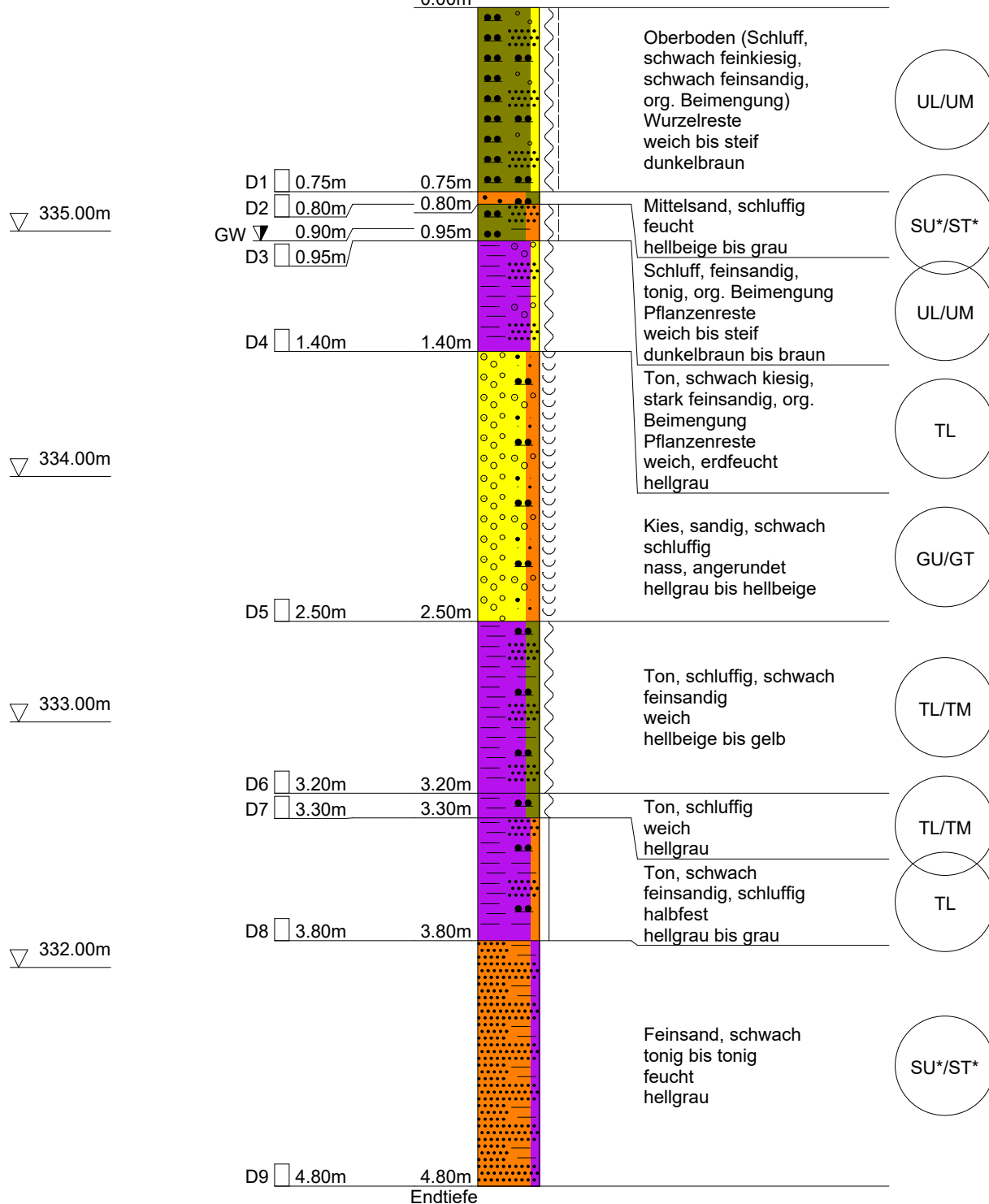
Endtiefe


Feinsand, tonig bis stark
tonig
erdfeucht bis feucht
hellgrau


RKB 2


Ansatzpunkt: 335.91 m ü. NN


0.00m



 <small>Mettener Straße 33 D-94469 Deggenhofen www.eigenschenk.de</small>					Anlage 3 Bericht: Az.: 3171045							
<h2 style="text-align: center;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="text-align: center;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>												
Bauvorhaben: 3171045, Baugebiet Heuweg, Ganacker												
Bohrung Nr. RKB 1							Blatt 3		Datum:			
1	2				3		4	5	6			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe		
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung							h) Gruppe i) Kalk- gehalt		
1.10	a) Oberboden (Schluff, schwach kiesig, tonig, org. Beimengung)				Schappe ø 80 mm bis 1,0 m, ø 60 mm bis 3,0 m, Was- ser bei 1,1 m, ø 60 mm bis 5,0 m, zugefallen bei 3,1 m, Was- ser bei 1,1 m, ø 50 mm bis		D	1	1.10			
	b) Wurzelreste											
	c) weich, steif		d) leicht bis mittel zu bohren								e) dunkelbraun	
	f)		g)								h) UL/ UM i)	
1.90	a) Ton, schwach feinsandig, schluffig				5,3 m, zugefallen bei 3,0 m, Was- ser bei 1,1 m, kein Bohrvor- trieb mehr, mit Dämmersuspension verfüllt		D	2	1.90			
	b)											
	c) sehr weich		d) leicht bis mittel zu bohren								e) hellgrau bis hellbeige	
	f)		g)								h) TL/ TM i)	
2.90	a) Kies, sandig, schluffig						D	3	2.90			
	b)											
	c) angerundet		d) sehr schwer zu bohren								e) hellgrau bis grau	
	f)		g)								h) GU*/ GT* i)	
4.40	a) Kies, schwach sandig bis sandig						D	4	4.40			
	b)											
	c) angerundet		d) sehr schwer zu bohren								e) hellbeige bis hellgrau	
	f)		g)								h) GW/ GI i)	
4.90	a) Ton, schwach feinsandig, stark schluffig						D	5	4.90			
	b)											
	c) steif		d) sehr schwer zu bohren								e) braun	
	f)		g)								h) TL/ TM i)	

 EIGENSCHENK Mettener Straße 33 D-94469 Deggendorf www.eigenschenk.de										Anlage 3 Bericht: Az.: 3171045		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben												
Bauvorhaben: 3171045, Baugebiet Heuweg, Ganacker												
Bohrung Nr. RKB 1								Blatt 4		Datum:		
1	2					3		4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe							
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe i) Kalk- gehalt							
5.25	a) Ton, schwach feinsandig, schluffig							D	6	5.25		
	b)											
	c) steif		d) sehr schwer zu bohren		e) hellbeige bis grau							
	f)		g)		h) TL/ TM i)							
5.30 Endtiefe	a) Feinsand, tonig bis stark tonig							D	7	5.30		
	b)											
	c) erdfeucht bis feucht		d) sehr schwer zu bohren		e) hellgrau							
	f)		g)		h) i)							

 <small>Mettener Straße 33 D-94469 Deggendorf www.eigenschenk.de</small>		Anlage 3					
		Bericht:					
		Az.: 3171045					
Schichtenverzeichnis							
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: 3171045, Baugebiet Heuweg, Ganacker							
Bohrung Nr. RKB 2				Blatt 3			
				Datum:			
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				
0.75	a) Oberboden (Schluff, schwach feinkiesig, schwach feinsandig, org. Beimengung)			Schappe ø 80 mm bis 1,0 m, ø 60 mm bis 3,0 m, zuge- fallen bei 1,7 m, Wasser bei 0,9 m, ø 60 mm bis 4,6 m, zuge- fallen bei 2,0 m, Wasser bei	D	1	0.75
	b) Wurzelreste						
	c) weich bis steif	d) mittel zu bohren	e) dunkelbraun				
	f)	g)	h) UL/ UM				
0.80	a) Mittelsand, schluffig			0,9 m, kein Bohrvortrieb mehr, mit Däm- mersuspension verfüllt	D	2	0.80
	b)						
	c) feucht	d) mittel zu bohren	e) hellbeige bis grau				
	f)	g)	h) SU*/ ST*				
0.95	a) Schluff, feinsandig, tonig, org. Beimengung				D	3	0.95
	b) Pflanzenreste						
	c) weich bis steif	d) mittel bis schwer zu bohren	e) dunkelbraun bis braun				
	f)	g)	h) UL/ UM				
1.40	a) Ton, schwach kiesig, stark feinsandig, org. Beimengung				D	4	1.40
	b) Pflanzenreste						
	c) weich, erdfeucht	d) mittel bis schwer zu bohren	e) hellgrau				
	f)	g)	h) TL				
2.50	a) Kies, sandig, schwach schluffig				D	5	2.50
	b)						
	c) nass, angerundet	d) sehr schwer zu bohren	e) hellgrau bis hellbeige				
	f)	g)	h) GU/ GT				

 <small>Mettener Straße 33 D-94469 Deggendorf www.eigenschenk.de</small>		Anlage 3 Bericht: Az.: 3171045					
<h2>Schichtenverzeichnis</h2> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>							
Bauvorhaben: 3171045, Baugebiet Heuweg, Ganacker							
Bohrung Nr. RKB 2				Blatt 4			
Datum:							
1	2			3	4 5 6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
3.20	a) Ton, schluffig, schwach feinsandig				D	6	3.20
	b)						
	c) weich	d) schwer zu bohren	e) hellbeige bis gelb				
	f)	g)	h) TL/TM i)				
3.30	a) Ton, schluffig				D	7	3.30
	b)						
	c) weich	d) schwer zu bohren	e) hellgrau				
	f)	g)	h) TL/TM i)				
3.80	a) Ton, schwach feinsandig, schluffig				D	8	3.80
	b)						
	c) halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) hellgrau bis grau				
	f)	g)	h) TL i)				
4.80 Endtiefe	a) Feinsand, schwach tonig bis tonig				D	9	4.80
	b)						
	c) feucht	d) sehr schwer zu bohren	e) hellgrau				
	f)	g)	h) SU*/ST* i)				



EIGENSCHENK
INGENIEURLEISTUNGEN | FORSCHUNG | BERATUNG

Prüfungs-Nr. : 3171045, RKB 2/D4

Anlage :

zu :

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - LM

Prüfungs-Nr. : 3171045, RKB 2/D4
Bauvorhaben : Baugebiet Heuweg
Ganacker
Ausgeführt durch : EP
am : 12.12.2017
Bemerkung : --

Entnahmestelle : RKB 2/D4

Entnahmetiefe : 0,95-1,40
Bodenart : U, t, g', fs'

Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 04.12.2017 durch : AO

Fließgrenze

Behälter Nr. :	46	65	8	10a	
Zahl der Schläge :	15	24	31	37	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	35,77	32,19	40,16	35,34	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	31,56	28,25	35,66	31,34	
Behälter m_B [g] :	19,81	16,84	22,06	19,12	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	4,21	3,94	4,50	4,00	
Trockene Probe m_d [g] :	11,75	11,41	13,60	12,22	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	35,83	34,53	33,09	32,73	
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

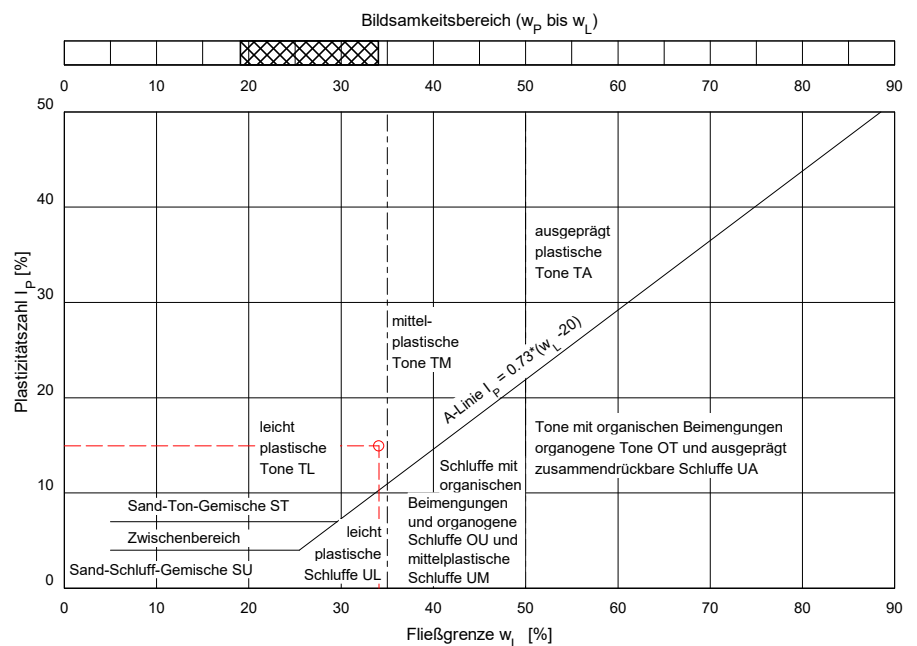
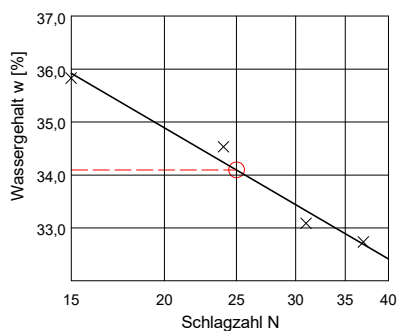
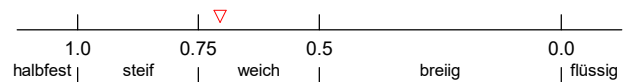
Ausrollgrenze

41	03	45	
23,47	23,14	25,10	
22,62	22,29	24,22	
18,21	17,86	19,58	
0,85	0,85	0,88	
4,41	4,43	4,64	
19,27	19,19	18,97	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 21,62$ %
Größtkorn : 16,40 mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\ddot{u} = 15,39$ %
Anteil ≤ 0.4 mm : $m_d / m = 84,61$ %
Anteil ≤ 0.002 mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 11,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 23,55$ %

Bodengruppe = TL
Fließgrenze $w_L = 34,10$ %
Ausrollgrenze $w_P = 19,14$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 14,95$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,71 \triangleq$ weich
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,29$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform



Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18122 - LM

Prüfungs-Nr. : 3171045, RKB 2/D8
 Bauvorhaben : Baugebiet Heuweg
 Ganacker
 Ausgeführt durch : EP
 am : 12.12.2017
 Bemerkung : --

Entnahmestelle : RKB 2/D8

Entnahmetiefe : 3,30-3,80
 Bodenart : T, u, fs'

Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 04.12.2017 durch : AO

Fließgrenze**Ausrollgrenze**

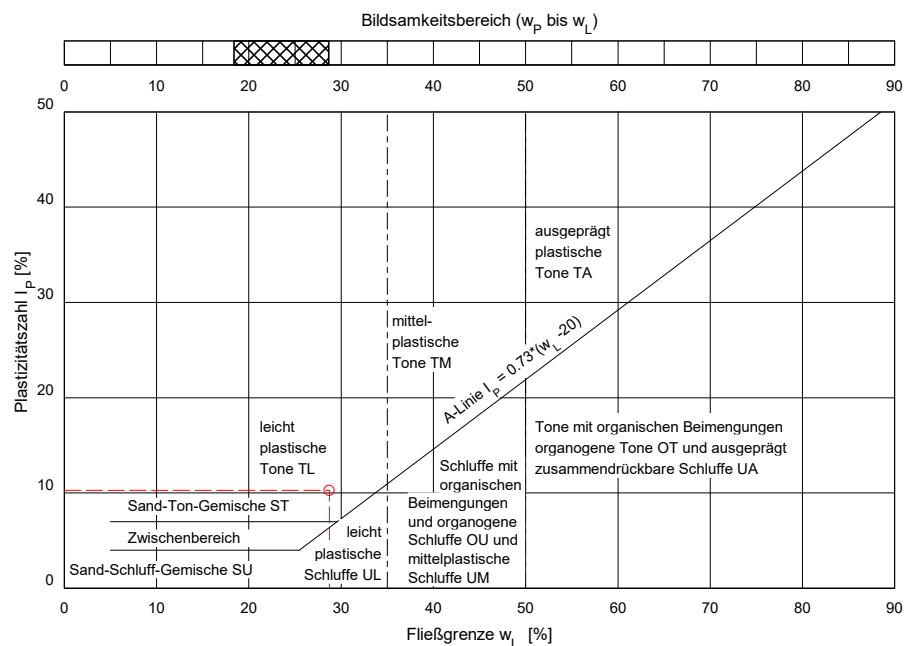
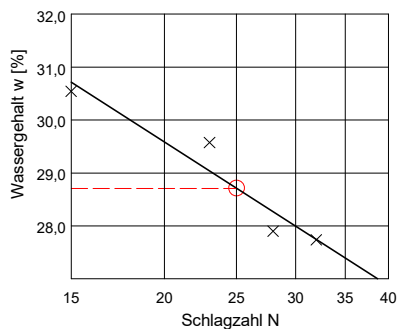
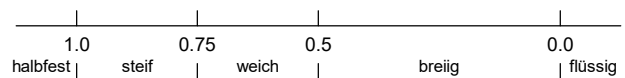
Behälter Nr. :	15a	01	28	1	
Zahl der Schläge :	15	23	28	32	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	35,17	33,56	36,41	39,09	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	31,08	29,94	32,44	34,43	
Behälter m_B [g] :	17,69	17,70	18,21	17,63	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	4,09	3,62	3,97	4,66	
Trockene Probe m_d [g] :	13,39	12,24	14,23	16,80	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	30,55	29,58	27,90	27,74	
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

2	14a	71	
27,24	22,54	23,94	
26,43	21,72	23,06	
22,04	17,24	18,32	
0,81	0,82	0,88	
4,39	4,48	4,74	
18,45	18,30	18,57	

Natürlicher Wassergehalt : $w = 17,08$ %
 Größtkorn : mm
 Masse des Überkorns : g
 Trockenmasse der Probe : g
 Überkornanteil : $\ddot{u} = 0,00$ %
 Anteil $\leq 0,4$ mm : $m_d / m = 100,00$ %
 Anteil $\leq 0,002$ mm : $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1,0 - \ddot{u}} = 17,08$ %

Bodengruppe = TL
 Fließgrenze $w_L = 28,71$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 18,44$ %
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 10,27$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,13 \triangleq$ halbfest
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = -0,13$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform





EIGENSCHENK

INGENIEURLEISTUNGEN | FORSCHUNG | BERATUNG

WASSERGEHALT

NACH DIN 18 121

Baumaßnahme, Ort: Baugebiet Heuweg, Ganacker

Projektnummer: 2017-1603

Entnahmestelle: siehe Lageplan

Auftragsnummer: 3171045

Erkundungsart: siehe unten

Bodenart: siehe unten

Erkundungsnummer: siehe unten

Entnahmedatum: 04.12.2017

Entnahmetiefe: siehe unten

Prüfdatum: 08.12.2017

Behälterbezeichnung: siehe unten

Prüfer: DL

Bestimmung durch: Ofentrocknung **X**

Schnelltrocknung

Mikrowelle

Versuch Nr.	1
Erkundungsart	RKB
Erkundungsnummer	1
Entnahmetiefe [m]	1,9 m - 2,9 m
Behälterbezeichnung	D 3
Bodenart	G, s, u
Masse der feuchten Probe + Behälter [g]	1367,6
Masse der trockenen Probe + Behälter [g]	1247,2
Masse des Behälters [g]	185,8
Masse des Wassers [g]	120,4
Masse der trockenen Probe [g]	1061,4
Wassergehalt [%]	11,3

Das Ergebnis ist auf 0,1% anzugeben

Bemerkung: ---



1



2



3



4



5



6



7



8