



**P I E W A K &
PARTNER GmbH**
INGENIEURBÜRO FÜR
HYDROGEOLOGIE
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

Jean - Paul - Straße 30
95444 Bayreuth
Telefon (0921) 50 70 36 - 0
Telefax (0921) 50 70 36 - 10
E-Mail: info@piewak.de
<http://www.piewak.de>

Geschäftsführer
Dipl.-Geologe Manfred Piewak
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und
Untersuchungsstelle
gem. § 18 BBodSchG

**Reuth b. Erbendorf,
Erschließung des Wohngebiets
„Gartenäcker“
- Baugrunduntersuchung /
Versickerungsversuche -**

Auftraggeber:
Verwaltungsgemeinschaft Krummennaab
Hauptstr. 1
92703 Krummennaab



Projekt: Reuth b. Erbendorf,
Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“,
Baugrunduntersuchung / Versickerungsversuche

Landkreis: Bayreuth

Auftraggeber: Verwaltungsgemeinschaft Krummennaab

Projekt-Nr.: 22310

Bearbeiter/Projektleiter: Mesut Görgün, Diplom-Geologe-Univ.

Ort/Datum: Bayreuth, 30.09.2022



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Lage des Untersuchungsgebietes.....	1
3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	2
4	Bauvorhaben.....	3
5	Geotechnische Aufgabenstellung	3
6	Verwendete Unterlagen	4
7	Untersuchungsarbeiten	5
7.1	Schürfe und Rammsondierungen	5
7.2	Probenahme.....	6
8	Baugrundbeurteilung	7
8.1	Homogenbereich O1: Mutterboden.....	7
8.2	Homogenbereich B1: bindige Deckschichten.....	7
8.3	Homogenbereich B2: organogene Böden	8
8.4	Homogenbereich B3: gemischtkörnige Deckschichten.....	8
8.5	Homogenbereich X1: geklüfteter Fels.....	9
9	Grund- und Schichtwasserverhältnisse	10
10	Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation.....	11
11	Hinweise zur Bauausführung.....	12
11.1	Gründung der Versorgungsleitungen.....	12
11.2	Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen	13
11.3	Qualifizierte Bodenverbesserungen.....	16
11.4	Herstellen von Austausch- bzw. Tragschichten	19
11.5	Verfüllung der Rohrgräben	19
11.6	Wasserhaltung der Rohrgräben	20
11.7	Rohrauflager.....	20
11.8	Aushub der Baugruben	21
11.9	Sicherung von Nachbarbauwerken.....	21
11.10	Wiederverwendung der Aushubmaterialien.....	21
11.11	Gründungssohle.....	22
11.12	Versickerung	22
11.13	Erdbebenlasten	23
12	Zusammenfassung und abschließende Hinweise.....	24
13	Schlussbemerkung	25



Anlagen

- Anlage 1 Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 2 Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1000
- Anlage 3 Schichtenprofile der Schürfe
- Anlage 4 Protokolle der leichten Rammsondierungen
- Anlage 5 Darstellung des Profilschnittes
- Anlage 6 Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 1V)
- Anlage 7 Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 2V)
- Anlage 8 Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 3V)
- Anlage 9 Fotodokumentation der Schurfversickerungen



1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Reuth b. Erbdorf beabsichtigt die Erschließung eines neuen allgemeinen Wohngebiets „Gartenäcker“ in Reuth bei Erbdorf.

Die Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Bayreuth, wurde durch die Verwaltungsgemeinschaft Krummennaab mit E-Mail vom 25.09.2022 beauftragt, für das geplante Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung mit Schurfversickerungsversuchen durchzuführen.

Im vorliegenden Gutachten werden die Untersuchungen, die zur Beurteilung des Baugrundes notwendig sind, zusammenfassend beschrieben.

Die Beschreibung für einzelne Gebäude ist nicht Gegenstand des vorliegenden Baugrundgutachtens.

2 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich ca. 5,5 km östlich von Erbdorf und ca. 2,0 km nordöstlich von Krummennaab in Reuth bei Erbdorf auf den Flur-Nrn. 229/0 und 233/0. Die Lage des Untersuchungsgebietes kann den Anlagen 1 und 2 entnommen werden.

Das Baugebiet erstreckt sich vom Nordwesten nach Südosten. Am Tag der Baugrunduntersuchung befand sich das Baugebiet auf einer Wiese. Es wird im Norden durch die Nachbargrundstücke mit Wohnhäusern, im Osten durch die weiteren Nachbargrundstücken mit Wohnhäusern bzw. durch den Marterlnweg, im Süden durch die Steinpointstraße und im Westen durch die Gartenäckerstraße begrenzt. In der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes sind Waldstücke, Feldwege, Straßen, Wohnhäuser, Äcker sowie Teiche vorhanden. Es bestehen landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzungen.

Die Bundesstraße B 299 verläuft etwa 85 m südlich des Baugebietes.

Das Baugebiet fällt generell nach Südwesten ab. Die Geländehöhe schwankt zwischen ca. 481,3 m ü. NN im Südosten bei der DPL 2, ca. 480,46 m ü. NN im Nordwesten bei der DPL 1 und ca. 474,63 m ü. NN im Südwesten beim Sch 3V. Demnach beträgt der Höhenunterschied im Baugebiet etwa 6,7 m.

Als Höhenbezugspunkt (HBP 1) diente die Oberkante eines Schachtdeckels im Nordwesten in der Gartenäckerstraße bzw. der zwei Schachtdeckel (HBP 2 und HBP 3) im Süden in der Steinpointstraße (s. Anlage 2). Die Höhen der Schachtdeckel wurden auf dem erhaltenen Kanalplan für den HBP 1 (R905) mit 480,65 m ü. NN, für den HBP 2 (R465d) mit 474,74 m ü. NN sowie für den HBP 3 (R465c) mit 479,39 m ü. NN angegeben.

3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet ist dem nordostbayerischen Grundgebirge zugehörig, welches einen zentralen Teil des Variszischen Gebirges darstellt. Es entstand vor ca. 330 bis 280 Millionen Jahren und durchzieht Europa vom Rand der osteuropäischen Tafel bis zum Atlantik. Das nordostbayerische Grundgebirge setzt sich aus Teilen der Saxothuringischen Zone mit dem Frankenwälder Synklinalbereich, dem Münchberger Komplex und dem Antiklinalbereich des Fichtelgebirges sowie den südlich gelegenen Teilen der Moldanubischen Zone (Oberpfälzer und Bayerischer Wald) zusammen. Zwischen diesen Großeinheiten befindet sich die Zone von Erbdorf-Vohenstrauß (ZEV). Diese Gesteinszone wurden im Rahmen des KTB-Programms geowissenschaftlich intensiv erkundet.

Das weitere geologische Umfeld des Untersuchungsgebietes befindet sich auf Blatt 6138, Erbdorf (TK 25). Für das direkte Untersuchungsgebiet ist keine amtliche geologische Karte im Maßstab 1 : 25.000 vorhanden. Es gibt jedoch eine Detailkarte im Maßstab 1 : 10.000 des KTB-Umfelds (Blatt 6 Krummennaab). Somit liegt das Gebiet im nordöstlichen Bereich des Kartenblattes (Blatt 6 Krummennaab).

Nach der geologischen Karte im Maßstab 1 : 10.000, Blatt 6 Krummennaab, sind im Untersuchungsgebiet Granit (^mG ; Granit, klein- bis mittelkörnig, teilweise schwach porphyrisch, im Verband mit Redwitzit Übergänge zu Granodiorit, ungliedertcs, ^mG) zu erwarten. In den Schürfen wurden große Mengen an Blöcken und Findlingen angetroffen. Diese dürften Reste von Wanderschutt darstellen, die während des Pleistozäns verfrachtet wurden. Bei Schurf Sch 1V lagern diese Schuttmassen mit extrem großen Blöcken (Bodenklasse 7). Im Schurf Sch 1V stand der massive Granit in geringer Tiefe an.

Im Osten ist unmittelbar in der Nähe des Untersuchungsgebietes (ca. 25 m) eine NW-SO streichende nachgewiesene Störung in der geologischen Karte verzeichnet. Diese versetzt die Redwitzite gegen klein- bis mittelkörnigen Granit.

Etwa 150 Meter südwestlich fließt der Heinbach nach Süden und mündet bei Trautenberg in die Fichtelnaab. Etwa 1,5 km weiter südlich des Untersuchungsgebietes fließt die Fichtelnaab nach Osten. Diese entwässert über die Naab und die Donau zum Schwarzen Meer.



4 Bauvorhaben

Die Gemeinde Reuth b. Erbdorf beabsichtigt die Erschließung eines neuen allgemeinen Wohngebiets „Gartenäcker“ (Flur-Nrn. 229 und 233, Gemarkung: Reuth b. Erbdorf) mit 12.119 m² Fläche in Reuth b. Erbdorf.

Im Rahmen des Bauvorhabens wurden auf dem Baugebiet Errichtung von Einfamilienhäusern, Neubau von zwei Straßen sowie Verlegung der Versorgungsleitungen vorgesehen.

Die Erschließung des Baugebietes besteht aus zwei Straßen.

Eine geplante Erschließungsstraße wurde im Nordwesten an der Gartenäckerstraße geplant und soll eine Breite von 5,5 m besitzen. Sie erstreckt sich von NW nach SO bzw. von NO nach SW.

Die zweite Erschließungsstraße wurde im Südosten an der Steinpointstraße vorgesehen. Sie erstreckt sich von Nordwesten nach Südosten und soll eine Breite von 7,0 m besitzen.

Die Verlegungstiefen der Kanäle schwanken in der Planstraße A zwischen 1,76 und 4,33 m und in der Planstraße B zwischen 1,90 und 4,50 m.

Detaillierte Angaben über Art, Größe und Bauwerkslasten sowie die Verlegungstiefen der Versorgungsleitungen lagen uns zur Zeit der Gutachtenerstellung nicht vor.

5 Geotechnische Aufgabenstellung

Aus gutachterlicher Sicht ergeben sich folgende Aufgabenstellungen:

- Ermittlung und Darstellung des Schichtaufbaus
- Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09
- Geologisch-lithologische Beschreibung der angetroffenen Schichten
- Einschätzung der Grundwasserverhältnisse
- Erarbeitung eines Baugrundmodells mit Angabe der wichtigsten bodenmechanischen Parameter
- Folgerungen zur Tragfähigkeit des Untergrundes



6 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Baugrundgutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [U1] Bebauungsplan, mit integriertem Grünordnungsplan „Wohngebiet Gartenäcker“, Reuth b. Erb. Landkreis Tirschenreuth, Teil A Planzeichnung, Maßstab 1 : 500, Bernhard Bartsch Dipl. Ing. (FH), Stadtplanung, Landschaftsarchitektur Fassung vom 29.09.2022
- [U2] Kanalplan, Ausschnitt Digit. Kanalkataster Gemarkung(en) Reuth b. Erbdorf (4143), Maßstab 1 : 1.000, Datum 15.09.2022
- [U3] Topographische Karte, Maßstab 1 : 25.000, Blatt 6138 Erbdorf
- [U4] Geologische Karte des KTB-Umfeldes Oberpfalz, Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland (KTb), Maßstab 1 : 10.000, Blatt 6 Krummennaab
- [U5] Schichtenverzeichnisse der durchgeführten Schürfe (Sch)
- [U6] Protokolle der durchgeführten leichten Rammsondierungen (DPL)
- [U7] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [U8] ZTV A-StB 12, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- [U9] RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen
- [U10] Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau zur ZTVE-StB 09, Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Floß, 4. Auflage, Dezember 2011
- [U11] DIN-Taschenbuch Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [U12] DIN-Taschenbuch Erd- und Grundbau
- [U13] VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten – DIN 18300 Ausgabe September 2019
- [U14] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2. aktualisierte Auflage 2015
- [U15] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 2: Erkundung und Untersuchung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Auflage 2011
- [U16] Abriß der Ingenieurgeologie mit Grundlagen der Boden und Felsmechanik, des Erd-, Grund- und Tunnelbaus sowie der Abfalldeponien, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 352 Abbildungen, 74 Tabellen, Prof. Dr. Helmut Prinz, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1991
- [U17] Ingenieurgeologie, 2. Auflage, 352 Abbildungen, 74 Tabellen, Prof. Dr. Helmut Prinz, Prof Dr. Roland Strauß, Springer Spektrum, Dez. 2017

7 Untersuchungsarbeiten

7.1 Schürfe und Rammsondierungen

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH am 19.09.2022 insgesamt drei Schürfe und vier Sondierungen (DPL) mit der leichten Rammsonde (pneumatische Rammsonde mit einer Spitzenquerschnittsfläche von 5 cm²) an drei Stellen zur Ausführung. Die DPL 2 musste wegen der Rammhindernisse im Untergrund einmal umgesetzt werden.

Die Endtiefen der Schürfe schwanken zwischen 1,60 und 1,80 m bez. GOK. Die Rammtiefen der leichten Rammsondierungen lagen bei maximal 2,30 m u. GOK.

In den Schürfen wurden Versickerungsversuche durchgeführt. Somit wurden sie ergänzend mit Kürzel „V“ bezeichnet.

Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Im Baugelände wurden die GPS-Koordinaten der Aufschlüsse mit einem Hand-GPS-Gerät aufgenommen. Diese können um wenige Meter von der tatsächlichen Position abweichen. In den Aufschlüssen wurden zusätzlich die Wasserspiegellagen zur Klärung der Grundwasserverhältnisse eingemessen.

In der folgenden Tabelle 1 finden sich die wichtigsten Daten zu den einzelnen Aufschlüssen:

Aufschluss	Ansatzpunkt [m ü. NN*]	erreichte Endtiefe [m u. GOK**]	erreichte Endtiefe [m ü. NN*]	Rechtswert (GK 12)	Hochwert (GK 12)	Bemerkungen
Sch 1V	479,60	1,60	478,00	4508666	5522762	Endtiefe
Sch 2V	480,11	1,80	478,31	4508941	5522704	Endtiefe
Sch 3V	474,63	1,80	472,83	4508859	5522698	Endtiefe
DPL 1	480,46	2,30	478,16	4508834	5522797	kein Rammfortschritt
DPL 2a	481,29	1,20	480,09	4508947	5522688	kein Rammfortschritt
DPL 2b	481,29	1,00	480,29	4508946	5522687	kein Rammfortschritt
DPL 3	477,63	1,90	475,73	4508851	5522746	kein Rammfortschritt

Tabelle 1: Höhen, Endtiefen und Koordinaten (Gaus-Krüger 12) der Aufschlüsse

* Normalnull, nachfolgend NN genannt

** Geländeoberkante, nachfolgend GOK genannt

Das vorliegende Gutachten enthält insgesamt 9 Anlagen. In der Anlage 1 ist der Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes ersichtlich. Der Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte kann der Anlage 2 entnommen werden. Die Schichtenprofile der Schürfe wurden im Gelände nach DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 aufgenommen und nach DIN 4023 zeichnerisch dargestellt (Anlage 3). Die Protokolle der leichten Rammsondierungen sind der Anlage 4 zu entnehmen. In der Anlage 5 ist der Profilschnitt dargestellt. Die Protokolle der Schurfversickerungsversuchen können den Anlagen 6, 7 und 8 entnommen werden. Die Fotodokumentation der Schürfe ist in Anlage 9 zu finden.



7.2 Probenahme

Im Rahmen der Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden aus den Schürfen drei Bodenproben der Güteklasse 3 aus typischen Schichten entnommen.

Die folgende Tabelle 2 enthält eine Liste der entnommenen Proben.

Aufschluss	Bezeichnung	Tiefe [m u. GOK]
Sch 1V	P Sch 1a	0,60 - 1,60
Sch 2V	P Sch 2a	1,40 - 1,80
Sch 3V	P Sch 3a	1,25 - 1,60

Tabelle 2: Liste der entnommenen Bodenproben

8 Baugrundbeurteilung

Der Baugrund lässt sich vereinfachend in fünf Homogenbereiche (Schichten) gliedern. Der oberste Homogenbereich besteht aus Mutterboden (Homogenbereich O1). Darunter folgen bindige Deckschichten (Homogenbereich B1), stellenweise organogene Böden (Homogenbereich B2) und gemischtkörnige Deckschichten (Homogenbereich B3). Unter den Deckschichten folgt im Baugebiet der verwitterte Fels (Homogenbereich X1).

Die Homogenbereiche wurden nach ZTV E-StB 17 für Oberboden mit O1, O2, ..., für Boden mit B1, B2 ... und für Fels mit X1, X2, ... usw. bezeichnet. Aus abrechnungstechnischen Gründen soll laut ZTV E-StB 17 die Anzahl der Homogenbereiche möglichst geringgehalten werden.

Zur besseren Orientierung werden im Folgenden auch die Bodenklassen nach der veralteten DIN 18300:2012-09 sowie die Verdichtbarkeitsklassen nach der veralteten ZTVA-StB 97 angegeben.

8.1 Homogenbereich O1: Mutterboden

Die Mächtigkeit des Mutterbodens schwankt in den Schürfen überwiegend zwischen 0,30 und 0,35 m. Da diese Schicht als Baugrund keine Verwendung findet, wird nicht näher auf sie eingegangen. Der Mutterboden ist für landschaftsgestalterische Zwecke von Bedeutung. Er sollte deshalb abgeschoben und für die Wiedernutzung getrennt gelagert werden.

8.2 Homogenbereich B1: bindige Deckschichten

Die bindigen Deckschichten wurden in allen Schürfen unter dem Mutterboden angetroffen. Hierbei handelt es sich um die Schluffe mit variablen Sand- und Kiesanteilen. Diese Deckschichten besitzen hellbraune und gelbbraune Farben. Die Mächtigkeiten der bindigen Deckschichten schwanken in den Schürfen zwischen etwa 0,30 und 0,95 m. Sie reichen im Schurf Sch 3V bis 1,25 m u. GOK (473,38 m ü. NN).

Die bindigen Deckschichten können stellenweise Steine und Blöcke enthalten. Im Oberflächennahen Bereich sind in dem Homogenbereich auch Wurzeln vorhanden. Die Konsistenz der bindigen Deckschichten ist weich und weich bis steif. Mit zunehmender Tiefe sind auch steife Konsistenzen vorhanden.

Die bindigen Deckschichten besitzen überwiegend leichtplastische Eigenschaften. Sie sind der Bodengruppe UL und nach der alten DIN 18300:2012-09 der Bodenklasse 4 zuzuordnen. Die Böden der Bodengruppe UL sind sehr witterungs- und frostempfindlich und der Frostempfindlichkeitsklasse F3 sowie nach der alten ZTVA-StB 97 der Verdichtbarkeitsklasse V3 zugehörig.

8.3 Homogenbereich B2: organogene Böden

Der Homogenbereich B2 wurde lediglich im Schurf Sch 2V unter dem Mutterboden angetroffen. Hierbei handelt es sich um die organischen, sandigen, tonigen Schluffe von einer grauen Farbe. Der organische Schluff besitzt überwiegend eine steife Konsistenz. Der organogene Boden enthält Wurzeln und Holzstücke sowie Blöcke.

Der organische Schluff gehört der Bodengruppe OU und nach der veralteten DIN 18300:2012-09 der Bodenklasse 4 an. Bei weicher bis breiiger Konsistenz sind sie der Bodenklasse 2 (DIN 18300:2012-09) zuzuordnen. Die organischen Schluffe sind sehr feuchtigkeits-, witterungs- und frostempfindlich. Die Frostempfindlichkeitsklasse ist die Klasse F2. Diese Schicht ist keiner Verdichtbarkeitsklasse zugehörig und sehr kompressibel.

8.4 Homogenbereich B3: gemischtkörnige Deckschichten

Die gemischtkörnigen Deckschichten wurden in allen Aufschlüssen unter den bindigen Deckschichten bzw. unter den organogenen Böden angetroffen. Es handelt sich überwiegend um Sande mit unterschiedlichen Kies- und Schluffgehalten. Dieser Homogenbereich besitzt überwiegend graue und graubraune Farbtöne. Die Sande sind meist mitteldicht gelagert. Bei den direkt über dem verwitterten Fels angetroffenen gemischtkörnigen Deckschichten mit einer dichten Lagerung, handelt es sich um Felszersatz (Granitzersatz).

Der Homogenbereich enthält stellenweise Steine und Blöcke sowie Glimmer. Besonders im Sch 1V wurden harte Granitblöcke mit einer Kantenlänge von $> 1,0$ m festgestellt.

Die gemischtkörnigen Deckschichten sind überwiegend der Bodengruppe SU sowie nach der alten DIN 18300:2012-09 der Bodenklasse 3 zuzuordnen.

Die Böden der Bodengruppe SU sind gering bis mittel frostempfindlich und werden durch die Frostempfindlichkeitsklasse F2 sowie nach der alten ZTVA-StB 97 durch die Verdichtbarkeitsklasse V1 charakterisiert.



8.5 Homogenbereich X1: geklüfteter Fels

Im Untersuchungsgebiet wurde der Fels im Schurf 3V bei 1,60 m u. GOK angetroffen.

Beim geklüfteten Fels handelt es sich um Granit. Der Fels besitzt eine graubraune Farbe und ist hart. Vermutlich handelt es sich hierbei um Granitfindlinge. Die Granitfindlinge bzw. die spätdiluvialen Granitblöcke können die Größen von mehreren Kubikmetern erreichen.

In den leichten Rammsondierungen (DPL) zeigen Schlagzahlen von 150 Schlägen je zehn Zentimeter Eindringtiefe, dass hier der Fels oder ein Gesteinsblock angetroffen wurde.

In den leichten Rammsondierungen wurden sehr hohe Schlagzahlen (>150 Schläge je 10 cm Eindringtiefe) in DPL 1 bei 2,30 m u. GOK (478,16 m ü. NN), in DPL 2a bei 1,20 m u. GOK (480,09 m ü. NN) und in der DPL 3 bei 1,90 m u. GOK (475,73 m ü. NN) ermittelt. Dies deutet darauf hin, dass in diesen Tiefen der geklüftete Fels oder größere Granitblöcke (Findlinge) angetroffen wurden.

Der Fels ist witterungs-, frost- und erosionsempfindlich. Die harten geklüfteten Granite sind der Bodenklasse 7 (schwer lösbarer Fels) zuzuordnen. Horizontale Übergänge in die Bodenklasse 7 sind ebenfalls möglich. Nach dieser Zuordnung gehören hierzu angewitterter und unverwitterter Fels mit durch Trennflächen begrenzten Gesteinskörpern, deren Rauminhalt mehr als 0,1 m³ beträgt.

9 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Im Untersuchungsgebiet wurde außer in Schurf Sch 2V in den Aufschlüssen bis zu den Endtiefen kein Grundwasser festgestellt. Im Schurf Sch 2V wurde in den gemischtkörnigen Deckschichten bzw. an der Schurfsohle Nässe festgestellt. Vermutlich handelt es sich hier um das Schichtwasser.

Nach stärkeren Niederschlägen kann es im Quartär bzw. in den Auffüllungen zu einem Aufstau von Schichtwasser kommen. Insbesondere in den Auffüllungen kann sich Sickerwasser aufstauen, da der Untergrund (bindige Deckschichten) wenig durchlässig ist.

Entsprechend den jahreszeitlichen Bedingungen ist mit Schwankungen des Grundwasserspiegels zu rechnen.

Folgende Grundwasserstände wurden nach Beendigung der Aufschlussarbeiten gemessen:

Aufschluss	Ansatzpunkt in [m ü. NN]	erreichte Endtiefe [m u. GOK**]	Wasserspiegel in [m u. GOK]	Wasserspiegel in [m ü. NN]	Bemerkungen
Sch 1V	479,60	1,60	-	-	kein Grundwasser
Sch 2V	480,11	1,80	-	-	Sohle nass
Sch 3V	474,63	1,80	-	-	kein Grundwasser
DPL 1	480,46	2,30	-	-	kein Grundwasser
DPL 2a	481,29	1,20	-	-	kein Grundwasser
DPL 2b	481,29	1,00	-	-	kein Grundwasser
DPL 3	477,63	1,90	-	-	kein Grundwasser

Tabelle 3: Grundwasserstände nach Abschluss der Aufschlussarbeiten

10 Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation

In der Tabelle 4 sind die wesentlichen Angaben zum Baugrundmodell zusammenfassend dargestellt. Da der Mutterboden nicht von bautechnischer Bedeutung ist, werden ihm keine erdstatischen Parameter zugewiesen.

Auf Grund der Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erfahrungen mit ähnlichen Bodenverhältnissen können für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 4 angegebenen Rechenwerte angenommen werden.

Die bautechnische Klassifizierung erfolgte nach DIN 18196:2011-05, DIN 1055-2:2010-11 und DIN 18300:2019-09.

Schichtbezeichnung	bindige Deckschichten	organogene Deckschichten	gemischtkörnige Deckschichten	Fels, geklüftet
Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09	B1	B2	B3	X1
Bodenart nach DIN 4022	U, s, g, t, x	U, org, t, s, x	S, u, g, t,x	Granit, Granit- findlinge, hart
Bodengruppe nach DIN 18196:2011-05	UL	OU	SU	-
Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 (alt)	4	4 (2)	3	7
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17	F3	F2	F2	F2 - F3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 (alt)	V3	-	V1	-
Konsistenz	weich, weich - steif, steif	steif	-	-
Plastizität	leicht	-	-	-
Lagerungsdichte	-	-	mitteldicht	-
Wichte [kN/m³] nach DIN 1055, erdfeucht	17,5 - 18,5	17	20	22 - 24
Wichte [kN/m³] unter Auf- trieb nach DIN 1055	9 - 10	7	11	14 - 16
Reibungswinkel nach DIN 1055	27,5°	15	32,5	45**
Kohäsion c' [kN/m²] nach DIN 1055	0 - 2	0	0	**
Wasserdurchlässig- keitswert k_f [m/s]	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁹
Steifemodul Es [MN/m²]	3 - 5	1 - 3	30-40 (mitteldicht)	> 150

Tabelle 4: Baugrundmodell: Schichtung, Eingruppierung und Bodenkenngrößen

** Ersatzreibungswinkel

11 Hinweise zur Bauausführung

Im Rahmen der Erschließung des neuen allgemeinen Wohngebiets „Gartenäcker“ sind im Untersuchungsgebiet die Verlegung der Versorgungsleitungen (Wasserleitung und Kanäle) sowie der Neubau der Straßen vorgesehen.

Die Versorgungsleitungen sollten mindestens 1,20 m u. GOK bzw. unter der Frost ausgesetzten Fläche verlegt werden, um eine frostsichere Gründung zu gewährleisten. Die frostsichere Gründung der Straße ist zu gewährleisten.

Die geotechnische Kategorie wurde für das Bauvorhaben nicht mitgeteilt. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung wurde die Baumaßnahme in die geotechnische Kategorie GK 1 eingestuft. Die Einstufung und die daraus resultierenden Anforderungen sind im Zuge der Projektbearbeitung aufgrund der Berechnungen und der Bauausführung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Detaillierte Angaben über Art, Größe und Bauwerkslasten sowie die geplanten Verlegungstiefen der Versorgungsleitungen lagen uns zur Zeit der Gutachtenerstellung nicht vor.

11.1 Gründung der Versorgungsleitungen

Die Kanäle sind im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen vorgesehen. Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse wurden in der frostsicheren Verlegungstiefe von ca. 1,20 m u. GOK überwiegend ausreichend tragfähige Böden bzw. die bindigen Deckschichten (Schluffe) und die gemischtkörnigen Deckschichten angetroffen. Vereinzelt sind auch die organogenen Böden vorhanden. Die bindigen Böden besitzen in den frostsicheren Verlegungstiefen von ca. 1,2 m u. GOK meistens steife Konsistenzen und vereinzelt weiche bis steife Konsistenzen sowie die gemischtkörnigen Deckschichten überwiegend eine mitteldichte Lagerung.

Nach den Schlagzahlen der leichten Rammsondierungen reichen die geringtragfähigen bzw. nicht ausreichend tragfähigen Böden in der DPL 1 bis ca. 1,1 m u. GOK und in der DPL 3 bis ca. 1,50 m u. GOK.

Die weichen bis steifen bindigen Deckschichten und organogene Böden sowie locker bis mitteldicht gelagerte gemischtkörnige Deckschichten sind für die Gründung der Versorgungsleitungen nicht geeignet, da sie nicht ausreichend tragfähig sind. Hier besteht die Gefahr, dass sich die Leitungen ungleichmäßig setzen. Werden solche Böden in den geplanten Verlegetiefen angetroffen, sind die Böden auf einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,5 m unter der Gründungssohle auszutauschen. Zusätzlich kann es bei sehr weichen oder weichen bis breiigen Böden notwendig werden, eine Lage Schroppen oder Sprengfels in den Untergrund einzudrücken. Dies kann auch für Bereiche notwendig werden, in denen Grund-, Schicht-



und Oberflächenwasser die Böden aufweichen kann.

Die organogenen Böden wurden lediglich im Schurf Sch 2V angetroffen. Sie reichen bis ca. 1,4 m u. GOK und enthalten Holzstücke. Wegen der Heterogenität sind die organogene Böden in der Verlegungstiefe der Versorgungsleitungen auszutauschen.

Die mindestens steifen bindigen Deckschichten sowie mindestens mitteldicht gelagerten gemischtkörnigen Deckschichten und der verwitterte Fels sind für die Gründung der Leitungen geeignet.

Für die Gründung der Versorgungsleitungen ist ein mindestens 0,10 m starkes Rohraufleger (Ausgleichsschicht) aus verdichtungsfähigem Material einzubringen.

Die in den Gründungssohlen anstehenden, frostempfindlichen Böden sind unmittelbar nach dem Aushub zu verdichten und vor Witterung und mechanischer Beanspruchung zu schützen.

Es gelten weiterhin die im vorliegenden Gutachten beschriebenen Maßnahmen zum Feuchtigkeitsschutz des Bodens, zur Wasserhaltung und zur Sicherung der Baugruben.

In den Kanalgräben ist während der Baumaßnahmen eine Drainage mitzuziehen. Zufließendes Wasser sollte hier durch eine offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen abgepumpt werden.

Sollte sich Wasser aufstauen, muss es mindestens bis 0,5 m unter die Baugruben- bzw. Fundamentsohle abgesenkt werden, damit die Austauschschichten verdichtet werden können.

Die angetroffenen Schichten sind witterungsempfindlich. Ein längeres Offenstehen der Baugrube ist deshalb zu vermeiden.

Hinweise auf das Vorhandensein von Hohlräumen im Untergrund (Stollen, Keller, etc.) liegen uns nicht vor.

11.2 Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen

Im Untersuchungsgebiet wurden Verkehrsflächen geplant. Die geplanten Verkehrsflächen sind frostsicher und tragfähig zu gründen. Nach dem Entfernen des Oberbodens stehen zu einem großen Teil Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 17 an.

Die Belastungsklasse war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt. Entsprechend der RStO 12, Tabelle 2, kann am ehesten von einer Wohnstraße ausgegangen werden.

In diesem Fall ist die Belastungsklasse Bk 0,3 / Bk 1,0 maßgeblich. Es wird vorläufig davon ausgegangen, dass eine Bauweise mit Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht (Bauweise mit Asphaltdecke) entsprechend Tafel 1, Zeile 3 der RStO 12 gewählt wird (angenommen Bk 1,0). Wir empfehlen die angenommene Belastungsklasse Bk 1,0 zu überprüfen.

In der RStO 12 Tab. 6 sind folgende Ausgangswerte nach der Abhängigkeit der Belastungsklasse für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus angegeben:

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk 100 bis Bk 10	Bk 3,2 bis Bk 1,0	Bk 0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Tabelle 5: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (aus RStO 12, Tabelle 6)

Im Bereich der Verkehrsflächen stehen im Untergrund überwiegend frostempfindliche Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F3 an. Hierfür ergibt sich für die Belastungsklasse Bk 1,0 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,60 m. Gemäß Tabelle 7 der RStO 12 und der **Abbildung 1** sind folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

- Frosteinwirkungszone III +15 cm
- keine besonderen Klimaeinflüsse ±0 cm
- kein Grund- und Schichtenwasser
bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum +0 cm
- Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m ±0 cm
- Damm $> 2,0$ m -5 cm
- Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche
über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen -5 cm

Somit schwankt die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Aufbaus abhängig von der Lage der Gradienten zwischen 0,65 und 0,70 m.

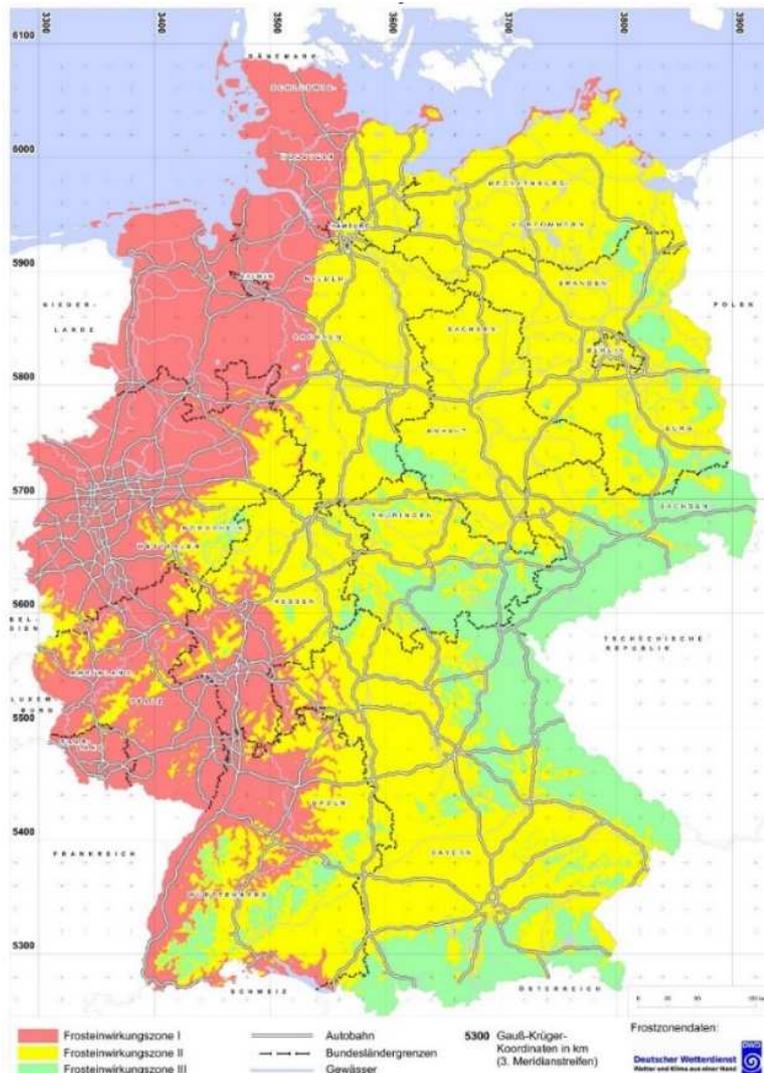


Abbildung 1: Frosteinwirkungszonen

In Tafel 1, Zeile 3 der RStO 12 sind die Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau geregelt. Hierbei kann beispielsweise folgender Aufbau gewählt werden (angenommen Bk 1,0):

- 4 cm Asphaltdecke
- 10 cm Asphalttragschicht
- 15 cm Schottertragschicht
- 36/41 cm Frostschuttschicht

Bei einem Aufbau von dieser Stärke mit gebrochenem Frostschutzmaterial bzw. Tragschichtmaterial der Körnung 0/56 kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen an das Verformungsmodul von 120 MN/m^2 auf der Frostschuttschicht und 150 MN/m^2 auf der Schottertragschicht erreicht werden, wenn auf dem Planum ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 vorliegt.



Der geforderte E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 wird auf dem bindigen, frostempfindlichen Planum vermutlich nicht erreicht. Die Böden sind zu stabilisieren oder der Untergrund ist zu verbessern. Die Stabilisierung sollte in einer Tiefe bis zu 45 cm erfolgen. Die bindigen Böden mit nur weicher Konsistenz können gekalkt werden. Alternativ kann ein Bodenaustausch von etwa 0,30 bis 0,50 m Mächtigkeit ausgeführt werden. In Teilbereichen kann es notwendig werden den Untergrund mit Schroppen und einem Vlies zu verbessern. Es wird empfohlen den Verformungsmodul in Probefeldern zu ermitteln, um den Aufbau unter der Frostschicht genau festlegen zu können. Bei größeren Flächen ist der Bodenaustausch vermutlich nicht die kostengünstigere Variante. Wir empfehlen, die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu überprüfen.

Bei der Stabilisierung sollte beachtet werden, dass dies nicht während einer Frostperiode oder unmittelbar davor erfolgt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass diese Arbeiten bei Windstille erfolgen. Innerhalb der Ortschaften kann die Staubentwicklung bei der Stabilisierung problematisch werden.

Ein Auflockern der Schichten ist zu verhindern.

Die im Planum anstehenden, bindigen Böden sind sehr feuchtigkeits- und witterungsempfindlich.

Die Konsistenz der bindigen Böden verschlechtert sich sofort, wenn diese Böden Sicker- oder Niederschlagswässer aufnehmen. Sie können dadurch tiefgründig aufweichen. Ein Aufweichen der Schichten ist zu verhindern.

11.3 Qualifizierte Bodenverbesserungen

Nach ZTVE-StB 17 kann die Frostempfindlichkeitsklasse bei einer qualifizierten Bodenverbesserung von F3 zu F2 verringert werden. Gemäß ZTV E-StB 17 muss der Verdichtungsgrad bei der qualifizierten Bodenverbesserung bei mindestens 100 % liegen. Bei qualifizierten Bodenverbesserungen ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens $EV2 = 70 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Bei der Prüfung des erreichten Verdichtungsgrades ist das Merkblatt ZTVE-StB 17 zu beachten.

In der Tabelle 6 wurden bodenspezifische Erfahrungswerte für die Bindemittelmenge bei Bodenverfestigungen, Bodenverbesserungen und qualifizierten Bodenverbesserungen dargestellt.



		Bindemittelart und Bindemittelmenge [M. - %]				
	Bodengruppe	Ungelöschter Kalk nach DIN EN 459-1	Kalkhydrat nach DIN EN 459-1	Zement nach DIN EN 197-1 und DIN 1164-10	HRB E4 nach DIN EN 13282-1	Mischbindemittel
Bodenverfestigung	gemischtkörnige Böden (GT, GU, ST, SU)	-	-	4-10	4-10	4-10
	gemischtkörnige Böden (GT*, GU*, ST*, SU*)	4-6	4-8	6-12	6-12	6-12
	Feinkörnige Böden (UL, UM, TL, TM, UA, TA)	4-6	4-8	7-16	7-16	7-16
	Baustoffe nach TL BuB E-StB	-	-	4-16	4-16	4-16
Bodenverbessern und qualifizierte Bodenverbesserung	grobkörnige Böden (GE-GW-GI-SE-SW-SI)	-	-	3-6	3-6	3-6
	gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*)	2(3) - 4	2(3) - 5	3-6	3-6	2(3) -6
	feinkörnige Böden (UL, TL, UM, UA, TM, TA)	2(3) - 4	2(3) - 5	3-6	3-6	2(3) -6

Tabelle 6: Bodenspezifische Erfahrungswerte für die Bindemittelmenge bei Bodenverfestigungen, Bodenverbesserungen und qualifizierten Bodenverbesserungen (Tabelle 6 und 7, Merkblatt über Bodenbehandlungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2021).

Die eingeklammerten Werte beziehen sich auf die qualifizierten Bodenverbesserungen. Die Mindestbindemittelmenge bei einer qualifizierten Bodenverbesserung beträgt 3 M.%. Die Massenprozentage beziehen sich auf die Trockenmasse des Bodens ohne Bindemittel.

Die Eignungsprüfung ist nach TP BF-StB, Teil B 11.3 rechtzeitig vor Baubeginn durchzuführen. Bei einer qualifizierten Bodenverbesserung beträgt die Prüfdauer für die Eignungsprüfung 2-5 Wochen. Durch eine Eignungsprüfung kann die geeignete Bindemittelart und die erforderliche Dosiermenge sowie die Eignung des Bodens ermittelt werden (Tabelle 6). Die bindigen Böden können überwiegend mit Weißfeinkalk stabilisiert werden, während stärker schluffige Böden mit einem höheren Zementanteil stabilisiert werden sollen. Die bindigen Böden können durch die Zugabe von Bindemitteln (3-6 M%) verfestigt bzw. verbessert werden. Das gleiche gilt inhaltlich auch für die Dämme, die aus gemischtkörnigen und bindigen Böden aufgebaut werden. Nach ZTV E-StB 17 und dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln FGSV-Nr.: 551 ist im Rahmen einer Bodenbehandlung eine Eignungsprüfung durch den Auftragnehmer vorzunehmen.

Die Herstellung der qualifizierten Bodenverbesserung sollte intensiv überwacht werden. Insbesondere ist die Prüfung der gleichmäßigen Verteilung und ausreichenden Menge des Bindemittels und die Vorbereitung des Bodens (Zerkleinerung des Bodens während des Fräsvorganges, Einstellung des Wassergehaltes) zu überwachen.



Es ist zu berücksichtigen, dass die Kiesbrocken, Steine und Blöcke einen erhöhten Verschleiß beim Stabilisieren bedingen. Die Steine und Blöcke sind vor dem Stabilisieren zu entfernen (Boden aufreißen, Steine und Blöcke aussortieren, Binder einfräßen und verdichten).

Bei Frost ist die Bodenverbesserung unwirksam. Bei der Stabilisierung sollte beachtet werden, dass dies nicht während einer Frostperiode oder unmittelbar davor erfolgt. Es ist bei positiven Temperaturen zu stabilisieren ($> 5^{\circ}\text{C}$). Ferner ist zu berücksichtigen, dass diese Arbeiten bei Windstille erfolgen.

Zwischen der kapillarbrechenden Schicht und dem stabilisierten Boden wird der Einbau eines Geotextilvlies empfohlen.

Die ausreichende Verdichtbarkeit dieser Böden ist in Abhängigkeit von der angestrebten Verwendung zu prüfen (z.B. durch Plattendruckversuche auf Probefeldern).

Die für den Wiedereinbau vorgesehenen bindigen Deckschichten sind stark feuchtigkeitsempfindlich und deshalb vor Witterungseinflüssen zu schützen. In mindestens steifer Konsistenz können sie wieder eingebaut werden. Im aufgeweichten Zustand (weiche bis breiige Konsistenz) sind diese Schichten nicht verdichtbar und deshalb ohne Kalkung oder Trocknung nicht für den Einbau in Straßendämme geeignet.

Die Verdichtung sollte mit Schafffußwalzen oder ähnlichem erfolgen, um eine Zertrümmerung bzw. Durchmischung des Materials zu gewährleisten. Es wird eine statische Verdichtung empfohlen, da die dynamische Verdichtung die chemische Bindung zerstören kann.

Die Wahl des Bindemittels und die Dosierung sollte unbedingt in entsprechenden Probefeldern untersucht werden.

Während des Bauzustandes ist das Oberflächenwasser schadlos abzuleiten. Um einen Wasseraufstau zu vermeiden, muss die Oberkante des behandelten Planums eine Neigung zu den Außenseiten hinaufweisen.

Das Oberflächen- oder Grundwasser sollen die Erstellung einer Bodenverbesserung oder qualifizierte Bodenverbesserung nicht beeinträchtigen.



11.4 Herstellen von Austausch- bzw. Tragschichten

Als Material für einen möglichen Bodenaustausch wird ein weitgestufter Kiessand kantiger Kornform empfohlen (Bodengruppe GW, Frostschutz z.B. 0/56). Der Kiessand ist lagenweise einzubringen und auf $D_{Pr} \geq 98 \%$ (entspricht einer mitteldichten Lagerung) zu verdichten, wobei der erreichte Verdichtungsgrad, durch Verdichtungskontrollen zu überprüfen ist. Das Kiespolster sollte Entwässerungsmaßnahmen allgemein unterstützen. Unter dem Kiespolster wird das Einbringen eines Geotextil-Vlieses empfohlen. Dadurch wird verhindert, dass das Kiespolster an seiner Unterseite durch eingeschlammte Feinkornanteile eine Verringerung der Durchlässigkeit erfährt.

Beim Bodenaustausch sollte der Nachweis erbracht werden, dass dieser ausreichend verdichtet ist.

11.5 Verfüllung der Rohrgräben

Für die Verdichtung der Verfüllungen in den Kanalgräben gelten die, in der ZTV A-StB 12 bzw. im "Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsräben" genannten, Mindestanforderungen. Demnach sind die Auffüllmaterialien lagenweise einzubauen und auf $D_{Pr} = 97 \%$ der einfachen Proctordichte zu verdichten, wobei die Einbaudicke der Lagen vom eingesetzten Verdichtungsgerät abhängt, jedoch 0,30 m nicht überschreiten darf. Der erreichte Verdichtungsgrad ist nach ZTV E-StB 17 während der Erdarbeiten mittels Verdichtungskontrollen zu überprüfen. Die weichen bis steifen Schichten und die aufgeweichten Böden sind zur Verfüllung der Kanalgräben nicht geeignet. Die gemischtkörnigen Böden sind nur bei geeignetem Wassergehalt wieder zu verwenden. Der verwitterte Fels führt nach dem Lösen z. T. größere Steine. Aus diesem Grund ist die Felsschüttung nicht zum Wiedereinbau geeignet. Auf Grund der bindigen Matrix weichen Teile des stark verwitterten Felses auf. Auch aus diesem Grund sollte dieses Material nicht wieder eingebaut werden. Die Kanäle können außerhalb von Verkehrsflächen mit dem anstehenden Material verfüllt werden, wenn größere Setzungen in Kauf genommen werden können.

Es wird empfohlen für die Verfüllung von Kanalgräben V1-Material zu verwenden.



11.6 Wasserhaltung der Rohrgräben

In der Baugrubensohle stehen überwiegend stark witterungs- und feuchtigkeitsempfindliche Materialien an. Diese müssen gegen Aufweichen, Auflockerung und Erosion geschützt werden. Erst unmittelbar vor Beginn der Gründungsarbeiten sollte die Freilegung des Planums erfolgen bzw. bis zum endgültigen Versiegeln durch eine Sauberkeitsschicht abgedeckt werden.

Das Grundwasser wurde bei den Geländeuntersuchungen in den Aufschlüssen nicht festgestellt.

Beim Öffnen der Kanalgräben ist nach stärkeren Niederschlägen z. T. ein mäßiger Wasserandrang zu erwarten. Im Fels kann es aus den Gesteinsklüften zu starken Wasserzutritten kommen. Durch den unkontrollierten Wasserzutritt kann die Böschungstabilität in den Kanalgräben beeinträchtigt werden. Die Wasserhaltung kann offen mit gut funktionierenden Pumpensümpfen und Drainagen erfolgen. Das, den Kanalgräben zufließende, Grund- und Oberflächenwasser kann in offenen Gräben oder in Drainagen gesammelt, einem Pumpensumpf zugeleitet und abgepumpt werden. Gräben und Pumpensumpf müssen während des Baugrubenaushubs immer voreilend tiefer gelegt werden. Eventuell muss die offene Wasserhaltung durch einzelne Absenkbrunnen unterstützt werden.

Das Oberflächenwasser ist oberhalb der Böschung durch hangparallele Gerinne oder Gräben zu sammeln und abzuleiten.

Eine Abnahme des Erdplanums im Rahmen einer Baugrubenabnahme durch den Gutachter wird empfohlen.

11.7 Rohraufleger

Nach den durchgeführten Sondierungen können im Bereich der Kanäle bereichsweise nicht ausreichend tragfähige Böden vorliegen. Werden weiche bindige Schichten in den Kanalsohlen direkt unter dem Rohraufleger angetroffen, sind diese auf einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,5 m auszutauschen.

Für die Gründung der Kanalrohre ist ein mindestens 0,10 m starkes Rohraufleger (Ausgleichsschicht) aus verdichtungsfähigem Material einzubringen.

Die, in den Kanalsohlen anstehenden, frostempfindlichen Böden sind unmittelbar nach dem Aushub zu verdichten und vor Witterung und mechanischer Beanspruchung zu schützen.

Für die Ausführung der Kanalarbeiten ist DIN 4033 zu beachten.

Es gelten weiterhin die im vorliegenden Gutachten beschriebenen Maßnahmen zum Feuchtigkeitsschutz des Bodens, zur Wasserhaltung und zur Sicherung der Baugruben.

11.8 Aushub der Baugruben

Baugruben mit einer Tiefe $< 1,25$ m dürfen ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nicht bindigen Böden nicht stärker als 1 : 10 geneigt ist.

Die in den Aufschlüssen angetroffenen Gesteine können oberhalb des Grundwasserspiegels, sofern dies die Baustellenverhältnisse erlauben, frei geböscht werden. Dabei dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- Ton und Schluff, weich $\beta = 45^\circ$
- Ton und Schluff, steif bis halbfest $\beta = 60^\circ$
- gemischtkörnige Böden $\beta = 45^\circ$
- Fels, verwittert $\beta = 60^\circ - 70^\circ$

Sind aus bautechnischen Gesichtspunkten nur steile Böschungen möglich, wird ein Verbau und ein Standsicherheitsnachweis (Böschungen mit Höhe > 5 m) notwendig.

Lange Zeit offen stehende Böschungen ohne Schutz sind zu vermeiden.

Wird die Standsicherheit der Baugrubenwände durch Witterungseinflüsse (Eindringen von Wasser, Austrocknen bindiger Anteile, Frostwirkung u. a.) sowie durch den Baustellenbetrieb beeinträchtigt, sind die Böschungswinkel zu reduzieren bzw. die Baugrubenwände durch Kunststofffolien zu schützen. Bei der Ausführung der Arbeiten sind gemäß DIN 4124 Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen.

Im Grundwasser neigen Sandböden sowie die weichen bis breiigen Böden zu fließen. Aus diesem Grund sind hier die Baugruben zu verbauen oder zumindest deutlich zu verflachen. In den Sanden ist eine entsprechende Entwässerung notwendig.

11.9 Sicherung von Nachbarbauwerken

Für Maßnahmen zur Gebäudesicherung wird auf die Anwendung der DIN 4123 und DIN 4124 verwiesen. Beim Aushub der Kanalgräben im unmittelbaren Bereich der Bebauung ist DIN 4123 "Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen" zu beachten. Eine Beweissicherung wird empfohlen.

11.10 Wiederverwendung der Aushubmaterialien

Im Untersuchungsgebiet wurden überwiegend bindige und gemischtkörnige Deckschichten sowie organogene Böden und der geklüftete Fels angetroffen. Die organogene Böden sind zum Wiedereinbau nicht geeignet. Die bindigen Deckschichten sind zum Wiedereinbau nicht oder nur bedingt geeignet, da sie sich nur schlecht verdichten lassen.

Beim angetroffenen Fels handelt es sich überwiegend um Granit. Ein Teil des Felses zerfällt beim Wiedereinbau bzw. beim Verdichten zu einem schluffig-sandigen Material mit Steinanteilen. Dieses Material kann zum Wiedereinbau nur verwendet werden, wenn größere Setzungen in Kauf genommen werden können. Im Bereich der Leitungszone ist ein Bodenaustausch sowie eine Sandbettung vorzusehen.

Die gemischtkörnigen Deckschichten besitzen überwiegend die Bodengruppe SU* (überwiegend Verdichtbarkeitsklasse V1). Sie sind aus geotechnischer Sicht bei mindestens steifer Konsistenz bzw. bei mindestens mitteldichter Lagerung für den Wiedereinbau geeignet. Die bindigen Deckschichten sind sehr feuchtigkeitsempfindlich. In mindestens steifer Konsistenz können sie wieder eingebaut werden. Im aufgeweichten Zustand (weiche bis breiige Konsistenz) sind diese Schichten nicht verdichtbar und deshalb ohne Kalkung oder Trocknung für den Einbau in Straßendämme nicht geeignet.

Wir empfehlen bei der Wiederverwendung der Aushubmaterialien eine Bodenbehandlung mit Bindemitteln bzw. eine qualifizierte Bodenverbesserung.

Beim Wiedereinbau sind die chemischen Eigenschaften der Materialien auch zu berücksichtigen.

11.11 Gründungssohle

Der Schutz vor eindringenden Wässern in die Kanalgraben ist zu gewährleisten. Ein längeres Offenstehen der Kanalgraben ist deshalb zu vermeiden. Aufgeweichte und aufgelockerte Böden sind auszutauschen.

Eine Abnahme des Erdplanums im Rahmen einer Baugrubenabnahme durch den Gutachter wird empfohlen.

11.12 Versickerung

Im Untersuchungsgebiet wurden am 19.09.2022 unter fachtechnischer und gutachterlicher Begleitung der Piewak & Partner GmbH an drei Schürfen Versickerungsversuche (Sch 1V, Sch 2V und Sch 3V) ausgeführt (Lage s. Anlage 2).

In den Schürfen wurden unter dem Mutterboden bindige Deckschichten (Schluff) und darunter eine gemischtkörnige Deckschicht (Sand) angetroffen (Anlage 3).

Die Versickerungsversuche wurden in der gemischtkörnigen Deckschicht (Sand) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um einen Felsersatz. Beim Sch 1V konnte beim Sickertest in 15 Minuten eine Wasserabsenkung von ca. 4,5 cm gemessen werden. Somit beträgt der Durchlässigkeitsbeiwert (kf) $9,4 \cdot 10^{-5}$ m/s (Anlage 6).



Beim Sch 2V wurde beim Sickertest in 15 Minuten eine Wasserabsenkung von ca. 0,5 cm gemessen. Somit wurde der Durchlässigkeitsbeiwert (kf) mit $1,06 \cdot 10^{-5}$ m/s berechnet (Anlage 7).

Beim Sch 3V wurde beim Sickertest in 15 Minuten eine Wasserabsenkung von ca. 3,5 cm gemessen. Somit beträgt der Durchlässigkeitsbeiwert (kf) $7,4 \cdot 10^{-5}$ m/s (Anlage 8).

Wir empfehlen für die gemischtkörnige Deckschicht (Sand) bei den Berechnungen ein kf-Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s zu verwenden.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa in einem kf-Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-6} m/s. Bei Versickerungsbecken sind in der Regel Durchlässigkeiten von $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s vorauszusetzen. Bei geringeren Durchlässigkeiten würden sich zu lange Entleerungszeiten und damit zu lange Einstauzeiten ergeben. Bei kf-Werten größer als $1 \cdot 10^{-3}$ m/s sickern die Niederschlagsabflüsse bei geringen Flurabständen so schnell dem Grundwasser zu, dass eine ausreichende Aufenthaltszeit bzw. eine genügende Reinigung durch chemische und biologische Vorgänge nicht erzielt werden kann.

Bei den Versickerungsanlagen ist mindestens 1,0 m Abstand bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand erforderlich, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. In den Schürfen Sch 1V und Sch 3V wurde bis zu den Endtiefen das Grundwasser nicht festgestellt. Im Sch 2V wurde auf der Schurfsohle bei ca. 1,6 m u. GOK Wasser angetroffen. Vermutlich handelt es sich hier um das Schichtwasser. Diese Werte sind für die Bereiche der Sickerversuche gültig. Der Boden ändert sich im Untersuchungsgebiet relativ rasch, was mit einer Änderung des kf-Werts einhergeht. Außerhalb der Sickerversuchsbereiche kann der Boden niedrigere kf-Werte besitzen.

Die angetroffenen, bindigen Böden sind sehr gering durchlässig.

Bei den Versickerungsanlagen ist sicherzustellen, dass sich im hydraulischen Einflussbereich keine Verunreinigungen befinden, z.B. Altlasten.

11.13 Erdbebenlasten

Das Untersuchungsgebiet liegt nach DIN EN 1198-1 in keiner Erdbebenzone.



12 Zusammenfassung und abschließende Hinweise

Die Gemeinde Reuth b. Erbdorf beabsichtigt die Erschließung eines neuen allgemeinen Wohngebiets „Gartenäcker“ in Reuth bei Erbdorf.

Die Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Bayreuth, wurde durch die Verwaltungsgemeinschaft Krummennaab mit E-Mail vom 25.09.2022 beauftragt, für das geplante Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung mit Schurfversickerungsversuchen durchzuführen.

Die Beschreibung für einzelne Gebäude ist nicht Gegenstand des vorliegenden Baugrundgutachtens.

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH am 19.09.2022 insgesamt drei Schürfe und vier Sondierungen (DPL) mit der leichten Rammsonde (pneumatische Rammsonde mit einer Spitzenquerschnittsfläche von 5 cm²) an drei Stellen zur Ausführung.

Die frostsichere Gründung der Straße ist zu gewährleisten. Die Versorgungsleitungen sollten mindestens 1,20 m u. GOK bzw. unter der Frost ausgesetzten Fläche verlegen, um eine frostsichere Gründung zu gewährleisten.

Nach den Ergebnissen der Schürfe und Sondierungen stehen in der frostsicheren Verlegungstiefen der Versorgungsleitungen überwiegend ausreichend tragfähige Böden an. Stellenweise ist ein Bodenaustausch von etwa 0,3 bis 0,5 m notwendig.

Die Gründung der Kanäle sollte mindestens in den mitteldicht gelagerten, gemischtkörnigen Deckschichten bzw. in den mindestens steifen, bindigen Deckschichten erfolgen. Auch der Felsersatz und der verwitterte Fels sind für die Gründung der Versorgungsleitungen geeignet. Die bindigen Böden und die gemischtkörnigen Böden mit stark bindigen Anteilen sind sehr witterungsempfindlich und gegen Aufweichen zu schützen.

Weiche und aufgeweichte Böden sind auszutauschen, zu stabilisieren oder zu verbessern (Sprengfels, Schroppen). Der für den Straßenbau erforderliche Verformungsmodul von 45 MN/m² wird auf dem frostempfindlichen Planum in der Regel nicht erreicht. Aus diesem Grund sollte das Planum verbessert werden (Bodenaustausch oder Bodenbehandlung mit Bindemittel).

Im Untersuchungsgebiet wurde in den Aufschlüssen bis zu den Endtiefen kein Grundwasser festgestellt.

Im Rahmen geplanter Aushubmaßnahmen ist eine ordnungsgemäße Haufwerksbeprobung zur Deklaration des Auffüllungsmaterials mit fachgutachterlicher Betreuung notwendig.



13 Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten wurde auf Basis der, im Text erläuterten Informationen und der durchgeführten Untersuchungen erstellt. Es enthält Angaben zu den Homogenbereichen nach DIN 18300:2019-09 und Bodengruppen sowie Bodenklassen nach der veralteten DIN 18300:2012-09 und Hinweise zur Ausbildung der Baugruben und zur Wasserhaltung. Infolge des weitmaschigen Aufschlussnetzes können durch wechselnde Untergrundverhältnisse Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen auftreten. In diesem Fall bitten wir Sie, unser Büro zur Beratung zu benachrichtigen. Werden Planänderungen (z. B. der Höhenkoten) vorgenommen, ist dies mit dem Baugrundgutachter abzusprechen. Eine Abnahme der Gründungssohlen durch den Baugrundgutachter sowie Verdichtungskontrollen der Hinterfüllungen der Gebäude halten wir für erforderlich. In Bereichen, in denen der Kanalbau und Straßenbau nahe an der bestehenden Bebauung vorbeiführen, wird eine Beweissicherung der benachbarten Gebäude empfohlen. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit zu verwenden, daraus entnommene Auszüge bedürfen unserer schriftlichen Zustimmung.

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz
Bayreuth, 30.09.2022

Bearbeiter/Projektleiter

Mesut Görgün
Diplom-Geologe Univ.

Bearbeiter/Projektleiter

Dr.-Ing. Thomas Röckel
Dipl.-Geologe

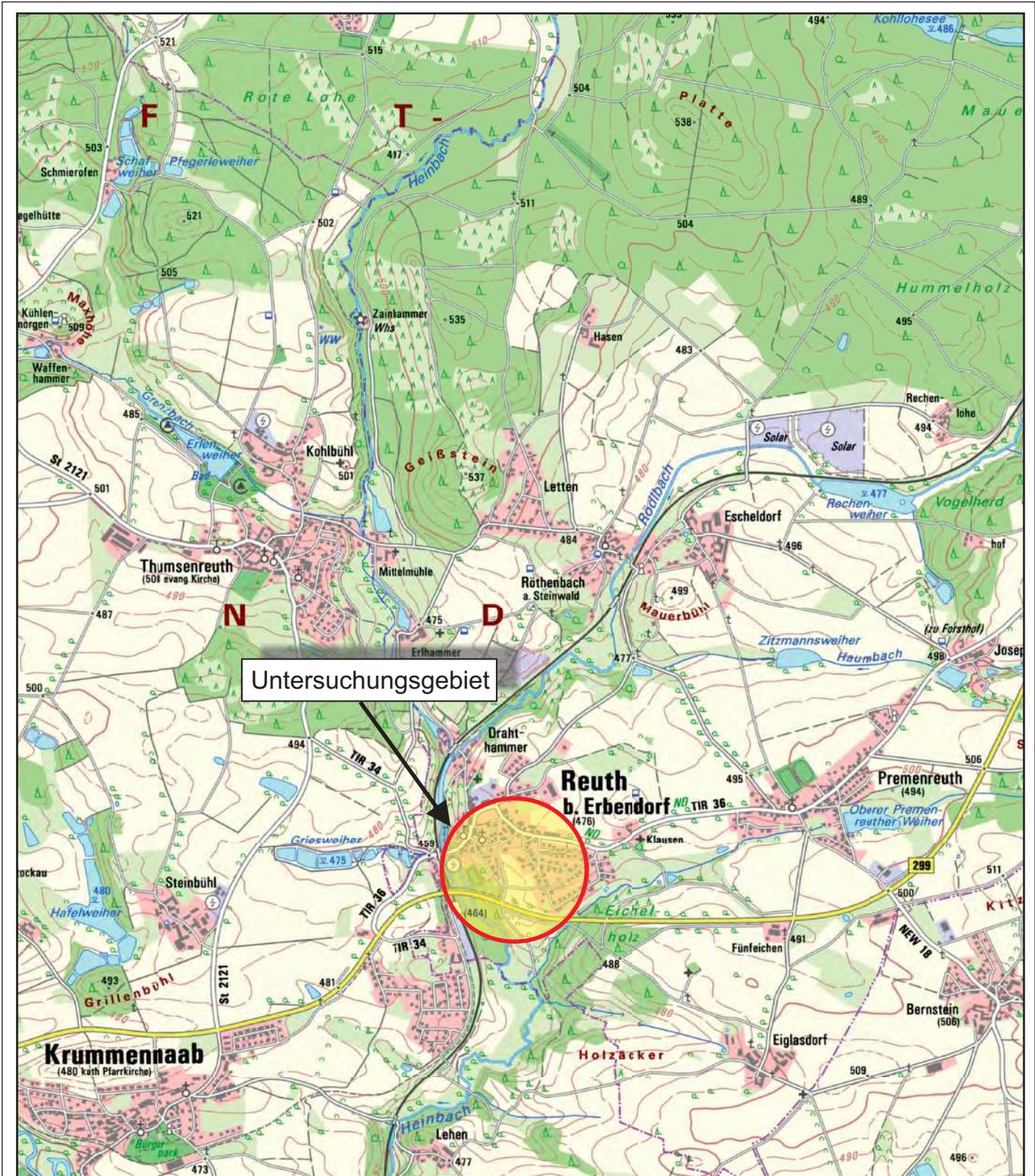
Geschäftsführer

Manfred Piewak
Dipl.-Geologe
Sachverständiger
nach § 18 BBodSchG



Anlage 1

Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000



0 200 400 600 800m
 Maßstab 1:25.000
 Gedruckt am 21.09.2022 08:24
<https://v.bayern.de/Lt7sQ>

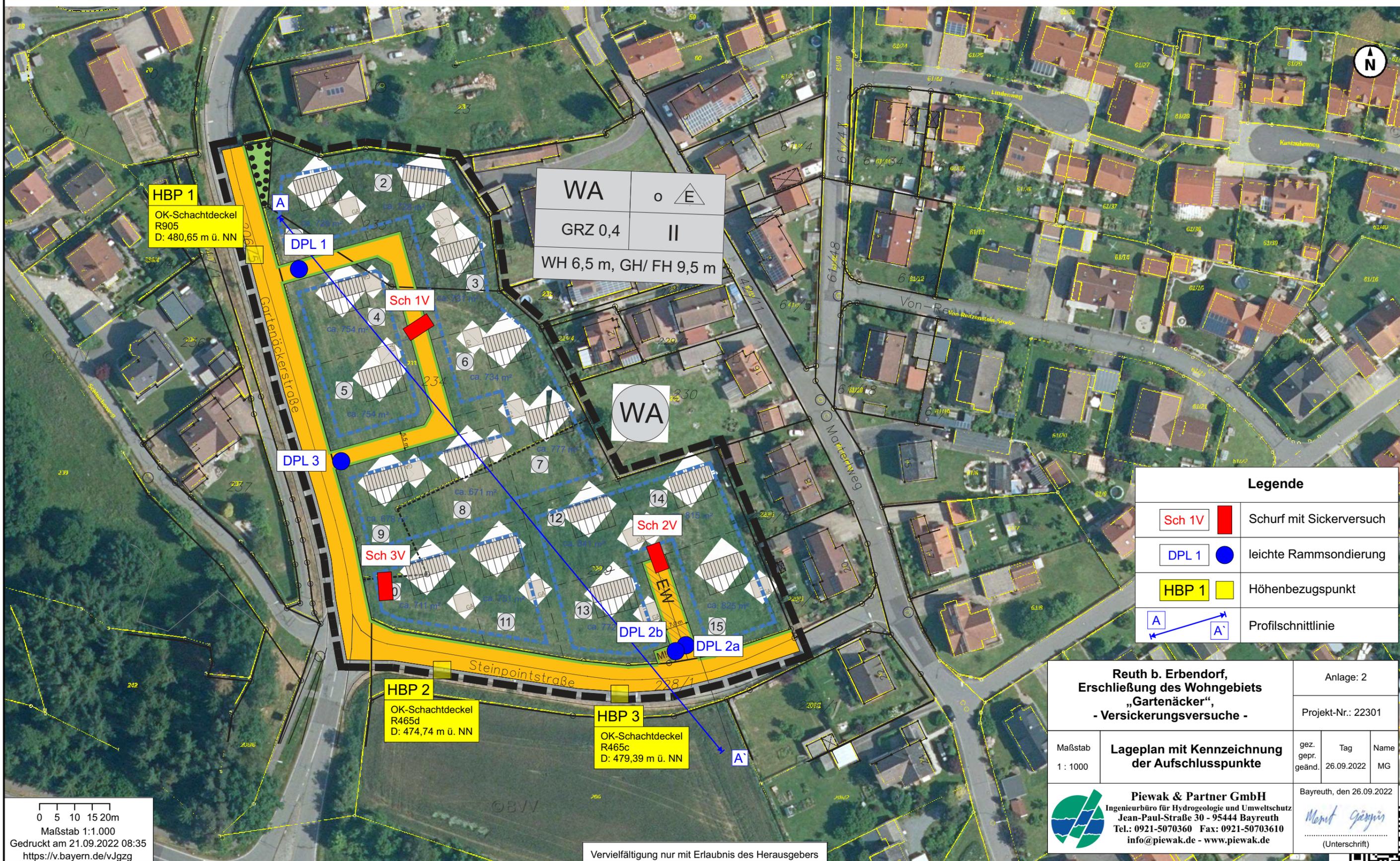


<p align="center">Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, - Versickerungsversuche -</p>		Anlage: 1		
		Projekt-Nr.: 22310		
<p>Maßstab 1 : 25.000</p>	<p align="center">Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes</p> <p>[Kartengrundlage/Quelle: geoportal.bayern.de/bayernatlas]</p>	gez.	Tag	Name
		gepr.	21.09.2022	mg
		geänd.		
<p align="center">Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de</p>		<p>Bayreuth, den 21.09.2022</p> <p align="right"><i>Manfred Gieseler</i></p> <p align="center">..... (Unterschrift)</p>		



Anlage 2

Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.000



WA o E
 GRZ 0,4 II
 WH 6,5 m, GH/ FH 9,5 m

HBP 1
 OK-Schachtdeckel
 R905
 D: 480,65 m ü. NN

HBP 2
 OK-Schachtdeckel
 R465d
 D: 474,74 m ü. NN

HBP 3
 OK-Schachtdeckel
 R465c
 D: 479,39 m ü. NN

Legende	
Sch 1V	Schurf mit Sickerversuch
DPL 1	leichte Rammsondierung
HBP 1	Höhenbezugspunkt
A	Profilschnittlinie

Reuth b. Erbandorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, - Versickerungsversuche -		Anlage: 2		
		Projekt-Nr.: 22301		
Maßstab 1 : 1000	Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte	gez. gepr. geänd.	Tag 26.09.2022	Name MG
Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.09.2022  (Unterschrift)		

0 5 10 15 20m
 Maßstab 1:1.000
 Gedruckt am 21.09.2022 08:35
<https://v.bayern.de/vJgzg>

Vervielfältigung nur mit Erlaubnis des Herausgebers



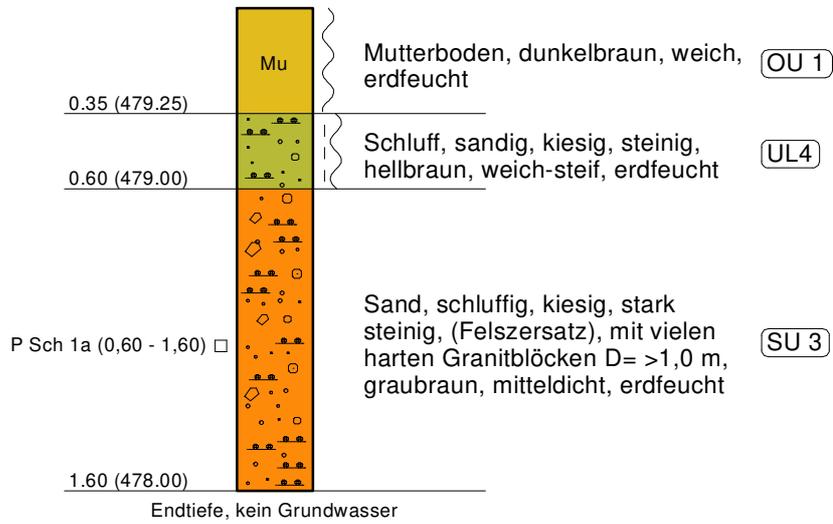
Anlage 3

Schichtenprofile der Schürfe

m NN
 480.00
 479.50
 479.00
 478.50
 478.00
 477.50

Sch 1V

479,60 m NN



**Reuth b. Erbendorf,
 Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
 - Versickerungsversuche -**

Versickerungsschurf (RW:4508666 ; HW:5522762)

Piewak & Partner GmbH
 Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30
 95444 Bayreuth
 Tel.: 0921-5070360
 Fax: 0921-50703610

Anlage: 3.1

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

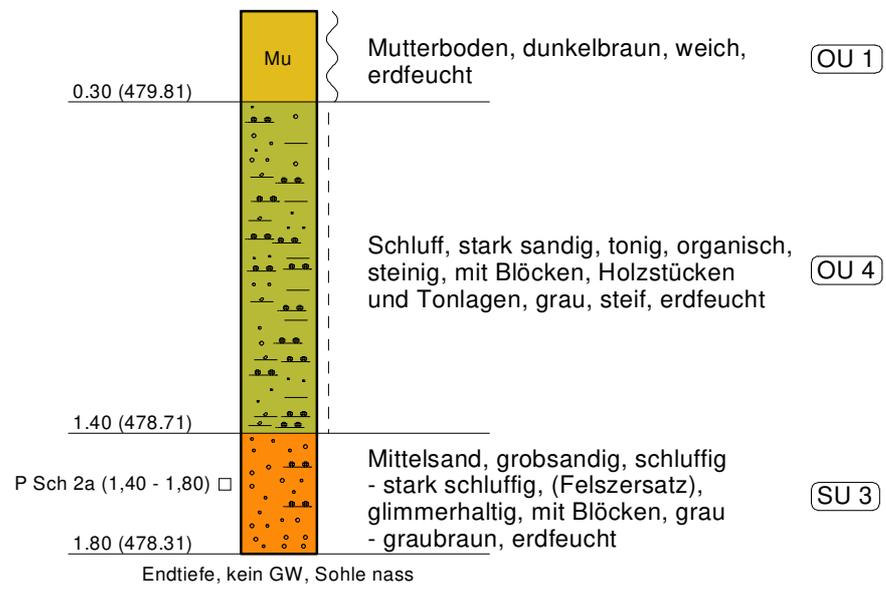
Maßstab vert.: 1:25

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



Sch 2V

480,11 m NN



Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker" - Versickerungsversuche -

Versickerungsschurf (RW:4508941 ; HW:5522704)

 <p>Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610</p>	Anlage: 3.2
	Datum: 19.09.2022
	Projektnummer: 22310
	Maßstab vert.: 1:25
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

m NN

475.00

Sch 3V

474,63 m NN

474.50

0.30 (474.33)



Mutterboden, dunkelbraun, weich, erdfeucht

OU 1

474.00

0.65 (473.98)

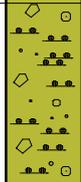


Schluff, stark sandig - sandig, kiesig, hellbraun - braun, weich-steif, erdfeucht

UL 4

473.50

1.25 (473.38)

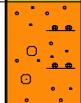


Schluff, sandig - stark sandig, kiesig, steinig, hellbraun - gelbbraun, steif, erdfeucht

UL 4

P Sch 3a (1,25 - 1,60) □

1.60 (473.03)



Mittelsand, feinsandig, schluffig - stark schluffig, kiesig, (Felsersatz), graubraun, mitteldicht, erdfeucht

SU 3

473.00

1.80 (472.83)



(Steine, Blöcke), Fels verwittert, Fels, geklüftet, graubraun, hart, erdfeucht

7

Endtiefe, kein GW, Schurfsohle nicht eben

472.50

Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker" - Versickerungsversuche -

Versickerungsschurf (RW:4508859 ; HW:5522698)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 3.3

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

Maßstab vert.: 1:25

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



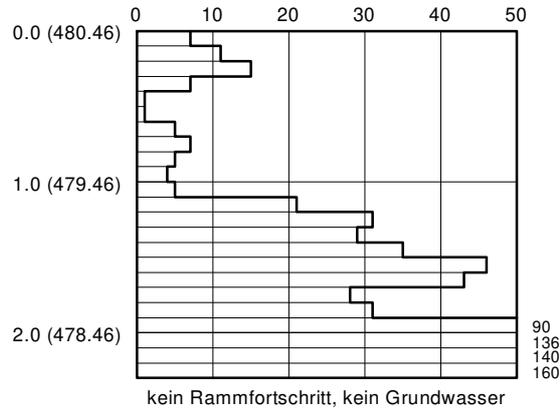
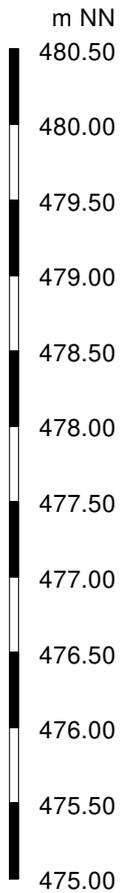
Anlage 4

Protokolle der leichten Rammsondierungen

DPL 1

480,46 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	7
0.20	11
0.30	15
0.40	7
0.50	1
0.60	1
0.70	5
0.80	7
0.90	5
1.00	4
1.10	5
1.20	21
1.30	31
1.40	29
1.50	35
1.60	46
1.70	43
1.80	28
1.90	31
2.00	90
2.10	136
2.20	140
2.30	160

Reuth b. Erbandorf
Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
- Versickerungsversuche -

Leichte Rammsondierung (RW:4508834 ; HW:5522797)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.1

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

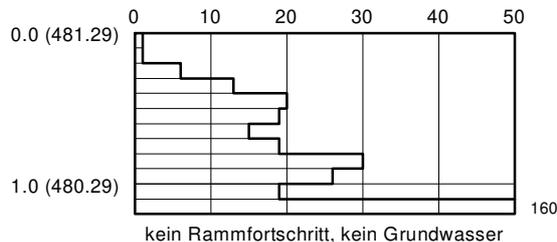
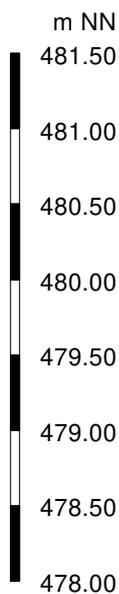
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 2a

481,29 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	6
0.40	13
0.50	20
0.60	19
0.70	15
0.80	19
0.90	30
1.00	26
1.10	19
1.20	160

Reuth b. Erbdorf
Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
- Versickerungsversuche -

Leichte Rammsondierung (RW:4508947 ; HW:5522688)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.2a

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

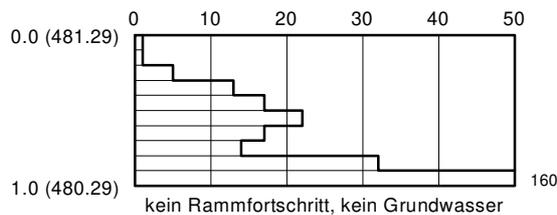
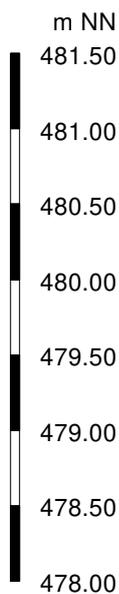
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 2b

481,29 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	5
0.40	13
0.50	17
0.60	22
0.70	17
0.80	14
0.90	32
1.00	160

Reuth b. Erbdorf
Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
- Versickerungsversuche -

Leichte Rammsondierung (RW:4508947 ; HW:5522688)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.2b

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

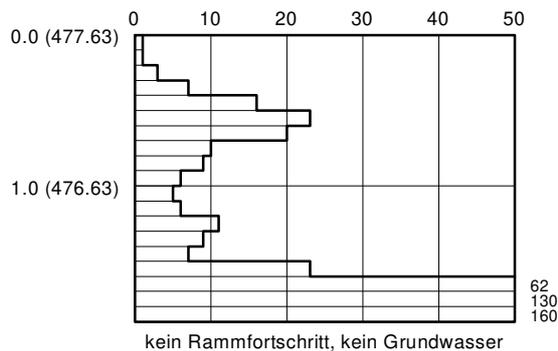
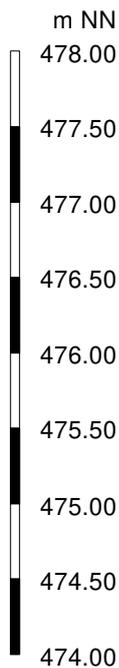
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 3

477,63 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	3
0.40	7
0.50	16
0.60	23
0.70	20
0.80	10
0.90	9
1.00	6
1.10	5
1.20	6
1.30	11
1.40	9
1.50	7
1.60	23
1.70	62
1.80	130
1.90	160

**Reuth b. Erbendorf
Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
- Versickerungsversuche -**

Leichte Rammsondierung (RW:4508851 ; HW:5522746)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.3

Datum: 19.09.2022

Projektnummer: 22310

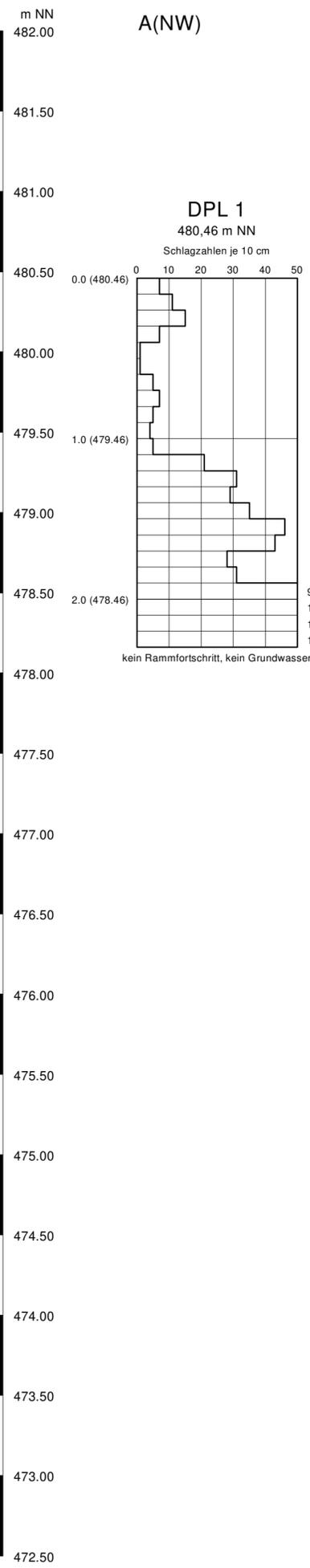
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



Anlage 5

Darstellung des Profilschnittes



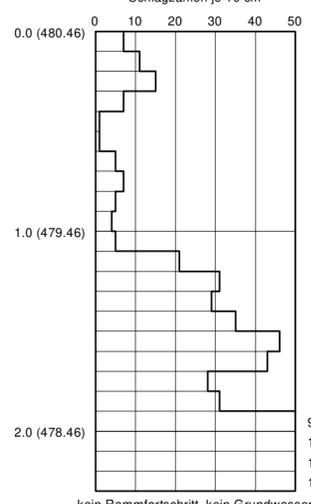
A(NW)

A'(SO)

DPL 1

480,46 m NN

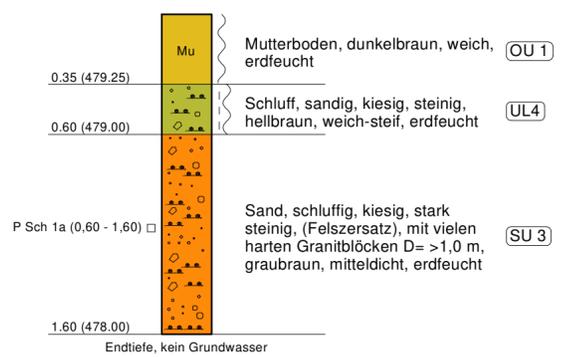
Schlagzahlen je 10 cm



kein Rammfortschritt, kein Grundwasser

Sch 1V

479,60 m NN



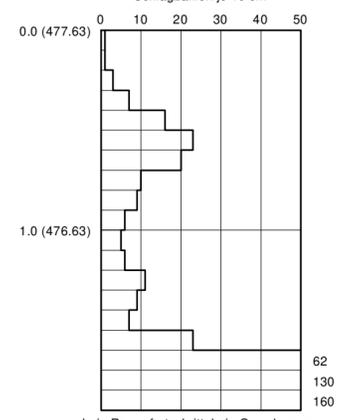
P Sch 1a (0,60 - 1,60) □

Endtiefe, kein Grundwasser

DPL 3

477,63 m NN

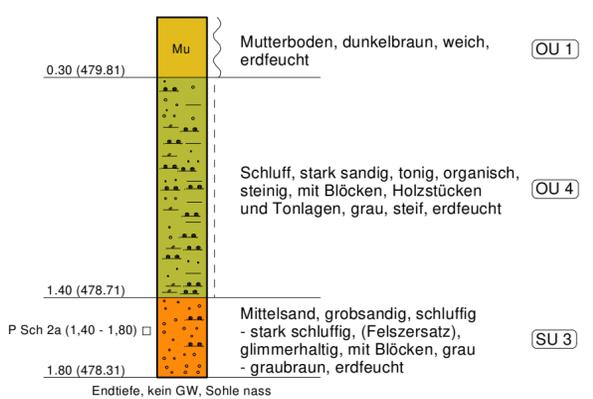
Schlagzahlen je 10 cm



kein Rammfortschritt, kein Grundwasser

Sch 2V

480,11 m NN



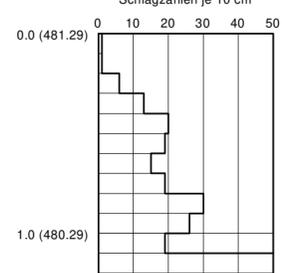
P Sch 2a (1,40 - 1,80) □

Endtiefe, kein GW, Sohle nass

DPL 2a

481,29 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

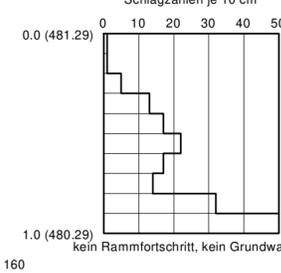


kein Rammfortschritt, kein Grundwasser

DPL 2b

481,29 m NN

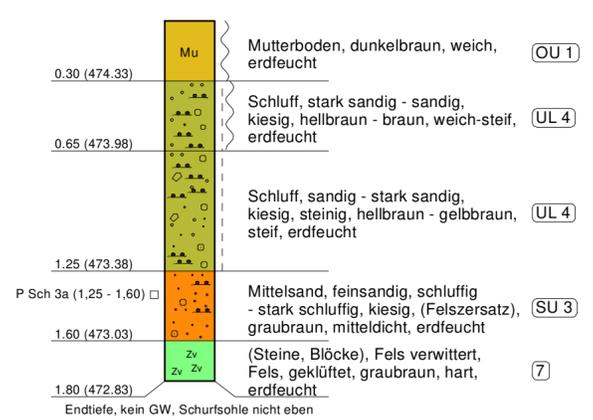
Schlagzahlen je 10 cm



kein Rammfortschritt, kein Grundwasser

Sch 3V

474,63 m NN



P Sch 3a (1,25 - 1,60) □

Endtiefe, kein GW, Schurfsohle nicht eben

**Reuth b. Erbendorf
Erschließung des Wohngebiets "Gartenäcker"
- Versickerungsversuche -**

Profilschnitt

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz
Jean-Paul-Straße 30
95444 Bayreuth
Tel.: 0921-5070360
Fax: 0921-50703610

Anlage: 5
Datum: 19.09.2022
Projektnummer: 22310
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich





Anlage 6

Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 1V)



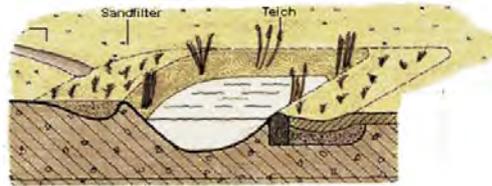
Formblatt für Sickertest

Anlage	6.1		
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche		
Projekt-Nr.:	22310		
Bearbeiter	Mesut Görgün		
Versuchsdurchführung	19.09.2022		
Bezeichnung	Sch 1V		
Ort	Reuth bei Erbendorf	Flur-Nr.:	
Stadt/Gemeinde	Reuth bei Erbendorf	Eigentümer:	
Landkreis	Tirschenreuth		
Lage der Schürfgrube im Grundstück: siehe Lageplan (Anlage 2)			
Schürfgrube			
Länge (m):	2,40	Breite (m):	1,50
Tiefe (m):	1,60	Fläche (qm):	3,60
Angetroffene Schichten: siehe Schichtenprofil in Anlage 3.1			
Versickerungshorizont:			
Sickertest			
Sättigungsdauer des Untergrundes vor Beginn der Messung:		15 min	
Beginn der Messung	12:41 Uhr		
Ende der Messung	12:56 Uhr		
Messzeitraum	15 min		
Wasserstand zu Beginn der Messung (bez. Schurfsohle)	0,685 m		
Wasserstand am Ende der Messung (bez. Schurfsohle)	0,640 m		
Absenkungsbetrag	0,045 m		
Absenkzeit in m je 15 min	0,0450		
Absenkzeit in cm je 15 min	4,50		
spezifische Absenkzeit in min/cm	3,33		
Wertung des Ergebnisses	siehe Anlage "Berechnung der Sickerrate"		
Unterschrift			



Berechnung der Sickerrate aus einem Sickertest

nach DWA-Arbeitsblatt A 138



Anlage	6.2
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projekt-Nr.:	22310
Bearbeiter	Mesut Görgün
Sickertest-Daten	siehe Anlage 6.1 (Formblatt für Sickertest)
Versuchsdurchführung	19.09.2022
Bezeichnung	Sch 1V

Hydraulisches Gefälle I

ls (Abstand Schurfsohle-GW-Spiegel, in m)	5
z (Höhe Wasserspiegel im Schurf, in m)	0,685
I	1,064109

$$I = \frac{ls + z}{ls + 0,5 \cdot z}$$

Versickerungsrate Q

As,w (Versickerungsfläche, qm)	3,60
s (durchschnittliche Absenkung in m in 15 min)	0,0450
s (durchschnittliche Absenkung in cm in 15 min)	4,50
Q m3/s	1,80E-04
Q in l/s	1,80E-01
Q in m3/d	1,56E+01
Q in l/d	15552

$$Q = A_{s,w} \cdot s$$

Filtergeschwindigkeit $v_{f,u}$

5,00E-05 m/s

$$v_{f,u} = \frac{Q}{A_{s,w}}$$

Wasserdurchlässigkeitswert $k_{f,u}$ der ungesättigten Zone

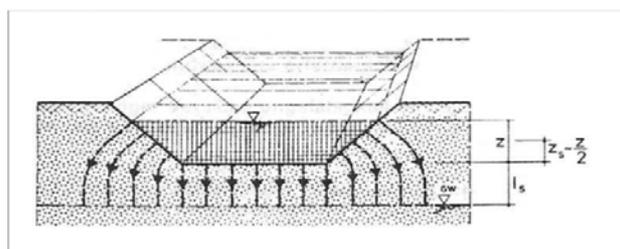
4,70E-05 m/s

$$k_{f,u} = \frac{v_{f,u}}{I}$$

Wasserdurchlässigkeitswert k_f der gesättigten Zone

9,40E-05 m/s

$$k_f = 2 \cdot k_{f,u}$$



Darstellung der Parameter ls und z nach DWA A138



Anlage 7

Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 2V)



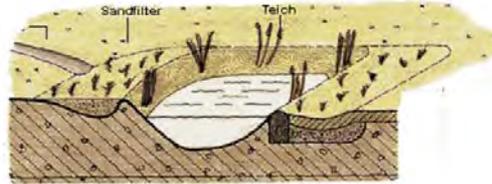
Formblatt für Sickertest

Anlage	7.1		
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche		
Projekt-Nr.:	22310		
Bearbeiter	Mesut Görgün		
Versuchsdurchführung	19.09.2022		
Bezeichnung	Sch 2V		
Ort	Reuth bei Erbendorf	Flur-Nr.:	
Stadt/Gemeinde	Reuth bei Erbendorf	Eigentümer:	
Landkreis	Tirschenreuth		
Lage der Schürfgrube im Grundstück: siehe Lageplan (Anlage 2)			
Schürfgrube			
Länge (m):	1,40	Breite (m):	1,00
Tiefe (m):	1,80	Fläche (qm):	1,40
Angetroffene Schichten: siehe Schichtenprofil in Anlage 3.1			
Versickerungshorizont:			
Sickertest			
Sättigungsdauer des Untergrundes vor Beginn der Messung:		15 min	
Beginn der Messung	11:18 Uhr		
Ende der Messung	11:33 Uhr		
Messzeitraum	15 min		
Wasserstand zu Beginn der Messung (bez. Schurfsohle)	0,545 m		
Wasserstand am Ende der Messung (bez. Schurfsohle)	0,540 m		
Absenkungsbetrag	0,005 m		
Absenkzeit in m je 15 min	0,0050		
Absenkzeit in cm je 15 min	0,50		
spezifische Absenkzeit in min/cm	30,00		
Wertung des Ergebnisses	siehe Anlage "Berechnung der Sickerrate"		
Unterschrift			



Berechnung der Sickerrate aus einem Sickertest

nach DWA-Arbeitsblatt A 138



Anlage	7.2
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projekt-Nr.:	22310
Bearbeiter	Mesut Görgün
Sickertest-Daten	siehe Anlage 7.1 (Formblatt für Sickertest)
Versuchsdurchführung	19.09.2022
Bezeichnung	Sch 2V

Hydraulisches Gefälle I

l_s (Abstand Schurfsohle-GW-Spiegel, in m)	5
z (Höhe Wasserspiegel im Schurf, in m)	0,545
I	1,051683

$$I = \frac{l_s + z}{l_s + 0,5 \cdot z}$$

Versickerungsrate Q

$A_{s,w}$ (Versickerungsfläche, qm)	1,40
s (durchschnittliche Absenkung in m in 15 min)	0,0050
s (durchschnittliche Absenkung in cm in 15 min)	0,50
Q m³/s	7,78E-06
Q in l/s	7,78E-03
Q in m³/d	6,72E-01
Q in l/d	672

$$Q = A_{s,w} \cdot s$$

Filtergeschwindigkeit $v_{f,u}$

5,56E-06 m/s

$$v_{f,u} = \frac{Q}{A_{s,w}}$$

Wasserdurchlässigkeitswert $k_{f,u}$ der ungesättigten Zone

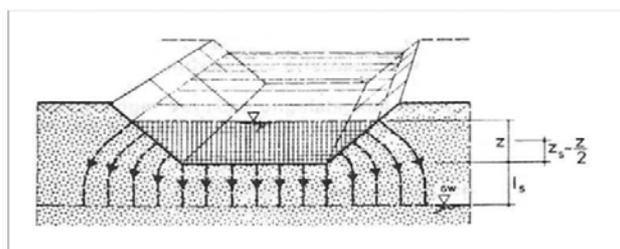
5,28E-06 m/s

$$k_{f,u} = \frac{v_{f,u}}{I}$$

Wasserdurchlässigkeitswert k_f der gesättigten Zone

1,06E-05 m/s

$$k_f = 2 \cdot k_{f,u}$$



Darstellung der Parameter l_s und z nach DWA A 138



Anlage 8

Protokolle des Schurfversickerungsversuches (Sch 3V)



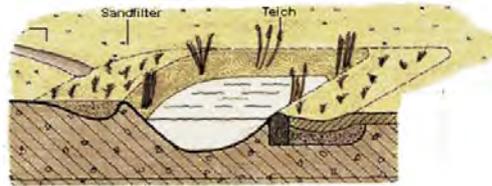
Formblatt für Sickertest

Anlage	8.1		
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche		
Projekt-Nr.:	22310		
Bearbeiter	Mesut Görgün		
Versuchsdurchführung	19.09.2022		
Bezeichnung	Sch 3V		
Ort	Reuth bei Erbendorf	Flur-Nr.:	
Stadt/Gemeinde	Reuth bei Erbendorf	Eigentümer:	
Landkreis	Tirschenreuth		
Lage der Schürfgrube im Grundstück: siehe Lageplan (Anlage 2)			
Schürfgrube			
Länge (m):	1,80	Breite (m):	1,00
Tiefe (m):	1,80		
Fläche (qm):	1,80		
Angetroffene Schichten: siehe Schichtenprofil in Anlage 3.1			
Versickerungshorizont:			
Sickertest			
Sättigungsdauer des Untergrundes vor Beginn der Messung:		15 min	
Beginn der Messung	12:03 Uhr		
Ende der Messung	12:18 Uhr		
Messzeitraum	15 min		
Wasserstand zu Beginn der Messung (bez. Schurfsohle)	0,535 m		
Wasserstand am Ende der Messung (bez. Schurfsohle)	0,500 m		
Absenkungsbetrag	0,035 m		
Absenkzeit in m je 15 min	0,0350		
Absenkzeit in cm je 15 min	3,50		
spezifische Absenkzeit in min/cm	4,29		
Wertung des Ergebnisses	siehe Anlage "Berechnung der Sickerrate"		
Unterschrift			



Berechnung der Sickerrate aus einem Sickertest

nach DWA-Arbeitsblatt A 138



Anlage	8.2
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projekt-Nr.:	22310
Bearbeiter	Mesut Görgün
Sickertest-Daten	siehe Anlage 8.1 (Formblatt für Sickertest)
Versuchsdurchführung	19.09.2022
Bezeichnung	Sch 3V

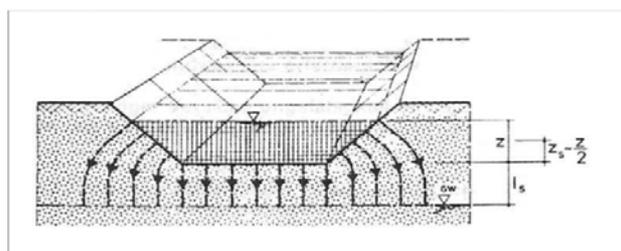
Hydraulisches Gefälle I		
ls (Abstand Schurfsohle-GW-Spiegel, in m)	5	$I = \frac{ls + z}{ls + 0,5 \cdot z}$
z (Höhe Wasserspiegel im Schurf, in m)	0,535	
I	1,050783	

Versickerungsrate Q		
As,w (Versickerungsfläche, qm)	1,80	$Q = A_{s,w} \cdot s$
s (durchschnittliche Absenkung in m in 15 min)	0,0350	
s (durchschnittliche Absenkung in cm in 15 min)	3,50	
Q m ³ /s	7,00E-05	
Q in l/s	7,00E-02	
Q in m ³ /d	6,05E+00	
Q in l/d	6048	

Filtergeschwindigkeit v_{f,u}	3,89E-05 m/s	$v_{f,u} = \frac{Q}{A_{s,w}}$
--	---------------------	-------------------------------

Wasserdurchlässigkeitswert k_{f,u} der ungesättigten Zone	3,70E-05 m/s	$k_{f,u} = \frac{v_{f,u}}{I}$
--	---------------------	-------------------------------

Wasserdurchlässigkeitswert k_f der gesättigten Zone	7,40E-05 m/s	$k_f = 2 \cdot k_{f,u}$
--	---------------------	-------------------------



Darstellung der Parameter ls und z nach DWA A138



Anlage 9

Fotodokumentation der Schurfversickerungen



Anlage	9.1 (Sch 1V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 1



Foto 2



Anlage	9.1 (Sch 1V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 3



Foto 4



Anlage	9.1 (Sch 1V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 5



Foto 6



Anlage	9.2 (Sch 2V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 1



Foto 2



Anlage	9.2 (Sch 2V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 3



Foto 4



Anlage	9.2 (Sch 2V)
Projekt	Reuth b. Erbdorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 5



Foto 6



Anlage	9.3 (Sch 3V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 1



Foto 2



Anlage	9.3 (Sch 3V)
Projekt	Reuth b. Erbendorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 3



Foto 4



Anlage	9.3 (Sch 3V)
Projekt	Reuth b. Erbdorf, Erschließung des Wohngebiets „Gartenäcker“, Versickerungsversuche
Projektnr.	22310

Fotodokumentation vom 19.09.2022



Foto 5



Foto 6