



**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

Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Geotechnisches Gutachten -

Auftraggeber:
Stadt Tirschenreuth
Maximiliansplatz 35
95643 Tirschenreuth



Projekt: Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Geotechnisches Gutachten -

Landkreis: Tirschenreuth

Auftraggeber: Stadt Tirschenreuth

Projektnummer: 21157

Bearbeiter: Christoph Marquardt, Dipl. Hydrologe

Ort/Datum: Bayreuth, 30.09.2021



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Lage und Geländemorphologie	1
3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	2
4	Bauvorhaben	2
5	Geotechnische Aufgabenstellung	3
6	Verwendete Unterlagen	4
7	Untersuchungsarbeiten	5
7.1	Rammkernsondierungen, Schürfe und Rammsondierungen.....	5
7.2	Probenahme.....	7
8	Baugrundbeurteilung	8
8.1	Homogenbereich O1: Mutterboden.....	8
8.2	Homogenbereich A1: Auffüllungen	8
8.3	Homogenbereich B1: gemischtkörnige Deckschichten.....	9
8.4	Homogenbereich B2: bindige Deckschichten.....	9
8.5	Homogenbereich X1: Fels, verwittert	10
9	Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation.....	11
10	Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	13
11	Hinweise zur Bauausführung	14
11.1	Gründung der geplanten Gebäude.....	14
11.2	Bemessungswerte des Sohlwiederstandes	15
11.3	Allgemeine Hinweise zum Herstellen von Böschungen	19
11.4	Rohrleitungen.....	19
11.5	Hinterfüllen von Bauwerken.....	22
11.6	Bautechnische Hinweise zur Bauausführung.....	22
11.7	Sicherung der Baugruben.....	23
11.8	Schutz der Gebäude gegen Wasser.....	23
11.9	Wiederverwendung der Aushub- und Abbruchmaterialien	24
11.10	Bodenaustausch	24
11.11	Sicherung von Nachbarbauwerken.....	25
11.12	Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen	25
11.13	Bodenbehandlung mit Bindemitteln (Stabilisierung).....	27
11.14	Versickerung	29
12	Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen.....	29
13	Zusammenfassung und abschließende Hinweise	31
14	Schlussbemerkung	32



Anlagen

- Anlage 1 Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 2 Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 3.000
- Anlage 3 Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen und Schürfe
- Anlage 4 Protokolle der Rammsondierungen
- Anlage 5 Darstellung der Profilschnitte
- Anlage 6 Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes
- Anlage 7 Prüfberichte der chemischen Laboruntersuchungen
- Anlage 8 Tabellarische Bewertung der chemischen Analysewerte



1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Stadt Tirschenreuth plant ein größeres Gewerbegebiet südlich von Tirschenreuth mit einer Fläche von ca. 35 ha.

Die Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Bayreuth, wurde von der Stadt Tirschenreuth beauftragt, die erforderlichen Aufschlüsse auszuführen und ein geotechnisches Gutachten für das Bauvorhaben zu erstellen.

2 Lage und Geländemorphologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Landkreis Tirschenreuth südlich der Stadt Tirschenreuth (Anlagen 1 und 2).

Das geplante Gewerbegebiet soll eine Fläche von ca. 35 ha aufweisen.

Ca. 25 ha des geplanten Gewerbegebietes befinden sich in einem bestehenden Waldgebiet (Engelmannsholz). Der Rest der Fläche besteht derzeit überwiegend aus Wiesenflächen. Das Untersuchungsgebiet grenzt an den ca. 3,5 ha großen Engelmannsteich an.

Nördlich des Untersuchungsgebietes finden sich Feucht- und Moorflächen.

Die Geländehöhe liegt im Untersuchungsgebiet zwischen ca. 511 und 497 m ü. NHN. Das Gelände fällt in nördliche und westliche Richtungen zum Engelmannsteich und den nördlich ans Gebiet angrenzenden Feucht- und Moorflächen an.

Am östlichen Rand des Gebietes verläuft die Bundesstraße B15. Das Untersuchungsgebiet selbst wird durch mehrere Forstwege erschlossen.

Durch das Gebiet verläuft ein befestigter Radweg, teilweise auf dem Damm einer stillgelegten Bahntrasse.

Südlich und östlich des Untersuchungsgebietes befinden sich zwei Kaolinsteinbrüche. Einer der Steinbrüche entwässert über einen offenen Graben durch das Untersuchungsgebiet in den Engelmannsteich.

Im südöstlichen Teil des Engelmannsholzes wurden größere Granitfindlinge an der Erdoberfläche angetroffen.

Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes verläuft eine Ferngasleitung und eine Hochspannungsleitung.

Auf einer historischen Karte ist im südöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes ein kleinerer, nicht mehr existenter Teich verzeichnet.

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.

Laut der digitalen geologischen Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000 [U4] stehen im Untersuchungsgebiet Biotit-Granit bzw. Muskovit-Biotit-Granit (Falkenberger Pluton) sowie Verwitterungslehme an.

Störungen sind in der geologischen Karte im Untersuchungsgebiet nicht verzeichnet.

Das Gebiet entwässert in den Engelmannteich und die angrenzenden Feucht- und Moorflächen. Der weitere Fließweg verläuft über Tirschenreuther Waldnaab, Waldnaab, Naab und Donau ins Schwarzes Meer

4 Bauvorhaben

Die Stadt Tirschenreuth plant ein größeres Gewerbegebiet südlich von Tirschenreuth mit einer Fläche von ca. 35 ha.

Nach [U1] ist um das Gewerbegebiet ein umlaufender, ca. 25 bis 50 m breiter Grünzug geplant. Das Gewerbegebiet ist in zwei Bereiche aufgeteilt. Der westliche Teil des Gebietes ist für die gewerbliche Nutzung vorgesehen. Hier sollen nach der vorliegenden Planung fünf größere Produktions- und Lagerhallen inkl. der zugehörigen Infrastruktur entstehen. Im östlichen Teil des Gebietes soll ein locker bebauter Ausstellungsbereich entstehen. Der Engelmannteich soll nach Osten erweitert werden. Auf einer künstlich geschaffenen Insel soll ein „Inselcafe“ errichtet werden.

Im gewerblich genutzten Bereich wird durch das bestehende Gelände eine Höhendifferenz von ca. 10 m überwunden. Nach den zur Verfügung stehenden Informationen sollen die Verkehrsflächen hier mit Gefälle einen Höhenunterschied von ca. 3 bis 5 Meter überwinden. Im südlichen Bereich des gewerblich genutzten Teils sollen die Verkehrsflächen demnach auf einer Höhe von ca. 503,5 bis 503,0 m ü. NHN liegen. Im nördlichen Bereich sollen die Verkehrsflächen auf einer Höhe von ca. 496 bis 498 m über NHN liegen. Das bestehende Gelände liegt im Norden des gewerblichen Teils bei ca. 510 bis 511 m ü. NHN. Der Höhenunterschied, bis auf das Niveau der geplanten Verkehrsflächen, soll durch eine möglichst flache Böschung (max. 1:3) im Bereich des Grünzuges überwunden werden.



Die Fertigfußbodenoberkanten der geplanten Hallen waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt, liegen aber voraussichtlich vor allem im südlichen Teil des Gebietes deutlich unter der bestehenden Geländeoberkante.

Der im Rahmen der Erdarbeiten anfallende Aushub soll teilweise dazu genutzt werden einen Aussichtshügel im nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes aufzuschütten.

Die Tiefenlage der evtl. notwendiger Kanal- oder Wasserleitungen waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt. Die Belastungsklassen der Verkehrswege waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung ebenfalls nicht bekannt.

5 Geotechnische Aufgabenstellung

Aus gutachterlicher Sicht ergeben sich folgende Aufgabenstellungen:

- Ermittlung und Darstellung des Schichtaufbaus
- Geologisch-lithologische Beschreibung der angetroffenen Schichten
- Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09
- Einschätzung der Grundwasserverhältnisse
- Erarbeitung eines Baugrundmodelles mit Angabe der wichtigsten bodenmechanischen Parameter
- Folgerungen zur Tragfähigkeit des Untergrundes

6 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [U1] Stadt Tirschenreuth, Gewerbegebiet Firma Ziegler-Group, Städtebauliches Konzept, Konzept, NRT Bürogemeinschaft Landschaftsarchitekten Stadtplaner und Ingenieure, 19.02.2021
- [U2] Stadt Tirschenreuth, Gewerbegebiet Firma Ziegler-Group, Städtebauliches Konzept, Erläuterungstext, NRT Bürogemeinschaft Landschaftsarchitekten Stadtplaner und Ingenieure, 18.03.2021
- [U3] BayernAtlas, URL: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>, Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, Zugriff 06.2019
- [U4] UmweltAtlas Geologie, URL: <https://www.umweltatlas.bayern.de>, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Zugriff 06 2019
- [U5] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [U6] RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen
- [U7] Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau zur ZTVE-StB 17, Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Floß, 4. Auflage, Dezember 2011
- [U8] DIN-Taschenbuch Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [U9] DIN-Taschenbuch Erd- und Grundbau
- [U10] VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten - DIN 18300, Ausgabe September 2016
- [U11] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2. aktualisierte Auflage 2015
- [U12] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 2: Erkundung und Untersuchung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Auflage 2011
- [U13] Abriß der Ingenieurgeologie mit Grundlagen der Boden und Felsmechanik, des Erd-, Grund- und Tunnelbaus sowie der Abfalldeponien, 6., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 352 Abbildungen, 74 Tabellen, Prof. Dr. Helmut Prinz, Ferdinand Enke Verlag, 2017
- [U14] Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Hötting B. und Coldeway W.G., 8. Auflage 2013
- [U15] Arbeitsblatt DWA-A138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., April 2005
- [U16] LAGA (Technische Regeln der Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen der Mitteilungen der Ländergemeinschaft Abfall, (Stand 6.11.1997)
- [U17] Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltschutz: Leitfaden zum Eckpunkte-Papier, Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen vom 21.06/13.07.2001 wurde mit Schreiben vom 06.11.2002 zur allg. Beachtung im Vollzug eingeführt
- [U18] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27.04.2009, die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 04.03.2016 geändert worden ist, Bundesregierung und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2009

7 Untersuchungsarbeiten

7.1 Rammkernsondierungen, Schürfe und Rammsondierungen

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH zwischen dem 24.06.2021 und 15.07.2021 insgesamt 11 Rammkernsondierungen (RKS), ein Baggerschurf, 9 Rammsondierungen (DPL) mit der leichten Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 5 cm²), vier Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde sowie zwei Sickerversuche im Baggerschurf zur Ausführung.

Die Aufschlüsse wurden lagemäßig eingemessen. Im Baugelände wurden die GPS-Koordinaten der Aufschlüsse aufgenommen. Diese können um wenige Meter von der tatsächlichen Position abweichen. Die Höhe der Aufschlüsse wurde aus den zur Verfügung stehenden amtlichen Karten entnommen. Die tatsächliche Höhe der Aufschlüsse kann ca. 1 m von diesen Angaben abweichen.

Die geplanten Ansatzpunkte der Aufschlüsse waren im bewaldeten Teil des Untersuchungsgebietes nur beschränkt zugänglich. Die Aufschlüsse wurden an den technisch machbaren Positionen niedergebracht. Insbesondere im Bereich der östlich gelegenen Hallen (Werk I und Werk II) konnten aufgrund des sehr unwegsamen Geländes nur wenige Aufschlüsse niedergebracht werden.

In der folgenden **Tabelle 1** finden sich die wichtigsten Daten zu den einzelnen Aufschlüssen. Die Lage der Aufschlüsse kann der Anlage 2 entnommen werden. Die Schichtenprofile der Rammkernsondierungen wurden im Gelände nach EN ISO 14688, EN ISO 14689-1 und EN ISO 22475-1 aufgenommen und nach DIN 4023 zeichnerisch dargestellt (Anlage 3). Die Protokolle der Rammsondierungen sind der Anlage 4 zu entnehmen. Die Profilschnitte sind in Anlage 5 dargestellt.



Aufschluss	Ansatzhöhe [m NN**]	Endteufe [m u. GOK*]	Rechtswert (GK 4)	Hochwert (GK 4)	Grundwasser [m u. GOK]	Bemerkungen
RKS 1	498	2,70	4523644	5525116	1,15	kein Bohrfortschritt
RKS 2	500	1,60	4523827	5525105	0,93	kein Bohrfortschritt
RKS 3	499	2,10	4523913	5525102	0,98	kein Bohrfortschritt
RKS 4	507	2,50	4523787	5524843	kein GW	kein Bohrfortschritt
RKS 5	505	2,25	4524183	5524765	2,16	kein Bohrfortschritt
RKS 6	504	2,20	4524217	5524866	kein GW	kein Bohrfortschritt
RKS 7	500	4,70	4524318	5525050	Loch zu	kein Bohrfortschritt
RKS 8	498	4,50	4524281	5525235	0,50	kein Bohrfortschritt
RKS 9	504	3,10	4524480	5525307	2,80	kein Bohrfortschritt
RKS 10	498	4,50	4524246	5525345	4,20	kein Bohrfortschritt
RKS 11	497	4,30	4524222	5525455	0,75	kein Bohrfortschritt
RKS 12	500	3,20	4524365	5525126	1,97	kein Bohrfortschritt
Sch 1	506	3,30	4524037	5524761	1,80	kein Schurffortschritt
Sch 1V	501	1,30	4523614	5524996	kein GW	Endtiefe, Schichtwasserzutritt bei 0,20m
Sch 2V	506	1,30	4524100	5524762	kein GW	Endtiefe
DPL 1	496	6,20	4523589	5525150	1,58	kein Rammfortschritt
DPL 2	496	7,80	4523847	5525197	1,05	Endtiefe
DPL 3	504	5,00	4523814	5524966	2,22	Endtiefe
DPL 4	501	2,10	4524170	5524821	kein GW	kein Rammfortschritt
DPL 5	500	3,00	4524324	5524956	0,40	kein Rammfortschritt
DPL 6	499	6,00	4524304	5525093	0,10	Endtiefe
DPL 7	501	5,80	4524339	5525362	0,70	Endtiefe
DPH 1	497	4,60	4523673	5525245	2,02	kein Rammfortschritt
DPH 2	499	10,00	4523727	5525115	1,95	Endtiefe
DPH 3	505	12,00	4523924	5524802	5,10	Endtiefe
DPH 4	501	9,50	4524406	5525219	0,20	Endtiefe

Tabelle 1: Höhen, Endteufen und Koordinaten (Gauss-Krüger 12°) der Aufschlüsse

* Geländeoberkante, nachfolgend GOK genannt

** Normalnull, nachfolgend NN genannt. (Die Höhen wurden aus zur Verfügung stehenden amtlichen Karten entnommen. Die tatsächliche Höhe der Aufschlüsse kann ca. 1 m von diesen Angaben abweichen.)

7.2 Probenahme

Im Rahmen der Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden aus den Rammkernsondierungen 10 Bodenproben der Güteklasse 3 aus typischen Schichten entnommen. An zwei ausgewählten Bodenproben wurden chemische Laboruntersuchungen durchgeführt (s. Kap. 12). Aus RKS 12 wurde eine Wassersprobe entnommen.

Die folgende Tabelle 2 enthält eine Liste der entnommenen Proben.

Probenbezeichnung	Aufschluss	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Probenahmedatum	durchgeführte Analysen
P RKS 1a	RKS 1	(0,10-1,80)	29.06.2021	-
P RKS 2a	RKS 2	(0,20-0,90)	29.06.2021	-
P RKS 3a	RKS 3	(0,40-1,10)	29.06.2021	-
P RKS 4a	RKS 4	(0,20-2,50)	29.06.2021	LAGA + DepV
P RKS 5a	RKS 5	(0,70-1,50)	29.06.2021	-
P RKS 6a	RKS 6	(0,30-1,20)	29.06.2021	-
P RKS 8a	RKS 8	(2,60-4,20)	14.07.2021	LAGA + DepV
P RKS 9a	RKS 9	(0,20-1,80)	14.07.2021	-
P RKS 10a	RKS 10	(2,20-3,80)	14.07.2021	-
P RKS 11a	RKS 11	(0,20-2,80)	14.07.2021	-
WP RKS 12	RKS 12		14.07.2021	-

Tabelle 2: Liste der entnommenen Proben und durchgeführten Analysen

8 Baugrundbeurteilung

Der Baugrund lässt sich vereinfachend in 5 Homogenbereiche (Schichten) gliedern. Die oberste Schicht besteht aus Mutterboden (Homogenbereich O1) und vereinzelt aus Auffüllungen (Homogenbereich A1). Darunter folgen gemischtkörnige Deckschichten (Homogenbereich B1), bindige Deckschichten (Homogenbereich B2) und zuunterst der verwitterte Fels (Homogenbereich X1). Die Reihenfolge und das Auftreten dieser Deckschichten ist nicht bei allen Aufschlüssen gleich.

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebiet wurden einige größere Härtlinge von teilweise mehreren Metern Größe an der Erdoberfläche angetroffen. Diesen Blöcken wird kein eigener Homogenbereich zugeordnet.

Der Aufbau der Bahnlinie wurde nicht erkundet. Diesen Auffüllungen wurde ebenfalls kein Homogenbereich zugeordnet.

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.

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

8.1 Homogenbereich O1: Mutterboden

Der Mutterboden wurde in allen Aufschlüssen außer in RKS 3 als oberste Lage angetroffen. Der Mutterboden ist meist ca. 0,2 m mächtig. Je nach Vegetation handelt es sich bei dem Mutterboden um Wald- oder Wiesenboden.

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 A1: Auffüllungen

Die Auffüllungen wurden lediglich in RKS 3 in einer Mächtigkeit von ca. 0,4 m angetroffen. Sie bestehen aus stark sandigem, stark kiesigem Schluff der Bodengruppe [UL].

Wegen der Heterogenität der Auffüllungen können für diese Schicht keine erdstatischen Parameter angegeben werden.

8.3 Homogenbereich B1: gemischtkörnige Deckschichten

Die gemischtkörnigen Böden wurden in allen Rammkernsondierungen außer in RKS 8 angetroffen. Die gemischtkörnigen Böden prägen den Bodenaufbau im Untersuchungsgebiet. Die Böden des Homogenbereiches B1 bestehen meist aus stark bindigen Kiesen der Boden­gruppe GU*. Diese Kiese bestehen häufig aus Feinkiesen und sind meist sandig und stellenweise stark sandig sowie schluffig bis stark schluffig. In RKS 10 sind die angetroffenen Kiese tonig. In RKS 1 wurde eine Lage aus schwach kiesigen, schluffigem Sand der Boden­gruppe SU* angetroffen.

Die Konsistenz der stark bindigen gemischtkörnigen Böden nimmt im Allgemeinen mit zunehmender Tiefe zu und bewegt sich zwischen steif und halbfest.

In RKS 2, RKS 5 und RKS 6 wurden stark sandige, schwach schluffige bis schluffige Feinkiese bzw. Kiese der Bodengruppe GU angetroffen. Diese Kiese sind mitteldicht und mitteldicht bis dicht gelagert.

Die gemischtkörnigen Deckschichten sind von weißen, braunen und grauen Farbtönen. Sie bestehen schon ab geringer Tiefe aus den Verwitterungsprodukten des unterlagernden Festgesteines (Granit). Die Kieskörner sind überwiegend von eckiger Kornform.

Die Kiese und Sande der Bodengruppe GU* und SU* können in die Bodenklasse 4, die Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die Verdichtbarkeitsklasse V2 eingeordnet werden.

Die Kiese der Bodengruppe GU können in die Bodenklasse 3, die Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Verdichtbarkeitsklasse V1 eingeordnet werden.

8.4 Homogenbereich B2: bindige Deckschichten

Die bindigen Deckschichten wurden außer in den oberen Bereichen der Aufschlüsse Sch 2V und RKS 5 lediglich im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes im Bereich der Aufschlüsse RKS 8 und RKS 10 angetroffen. Es handelt sich hier um leicht und mittelplastische, meist kiesige bis stark kiesige, Schluffe mit unterschiedlichen Sandanteilen. In RKS 8 und RKS 10 sind die Schluffe schwach bis stark tonig. In diesem Bereich bestehen die Schluffe aus den Verwitterungsprodukten des anstehenden Granites. In RKS 5 enthalten die Schluffe organische Bestandteile.

Die Konsistenz der Schluffe ist meist steif. In den unteren Bereichen der Sondierung RKS 8 wurden auch Schluffe in steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen.

Die bindigen Deckschichten sind von braunen und weißen Farben.

Die, in den Sondierungen angetroffenen Schluffe, gehören den Bodengruppen UL und UM sowie der Bodenklasse 4 an. Sie sind sehr witterungs- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) sowie schlecht verdichtbar (Verdichtbarkeitsklasse V3).



8.5 Homogenbereich X1: Fels, verwittert

Der verwitterte Fels wurde in allen Rammkernsondierungen in Tiefen zwischen ca. 1,55 und 4,20 m unter GOK angetroffen. Es handelt sich hierbei um einen stark verwitterten, sehr mürben Granit von braunen, grauen und weißen Farben.

In DPL 1, DPL 4, DPL 5 und DPH 1 wurden in Tiefen zwischen ca. 2,10 und 6,20 m unter GOK sehr hohe Schlagzahlen festgestellt (> 150 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe bei DPL, und > 80 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe bei DPH). Dies weist darauf hin, dass in der jeweiligen Tiefe der verwitterte Fels angetroffen wurde.

Die übrigen Rammsondierungen wurden in Tiefen zwischen ca. 5,0 und 12,0 m unter GOK beendet. Insbesondere in den schweren Rammsondierungen wurde bis in vergleichsweise große Tiefen keine sehr hohen Schlagzahlen erreicht. Dies deutet darauf hin, dass der anstehende Granit bereichsweise bis in große Tiefen sehr stark verwittert ist (Bodenklasse 6).

Der, in den Sondierungen angetroffene verwitterte Fels, ist der Bodenklasse 6 (veraltete DIN 18300:2012-09) zuzuordnen. Frischer, unverwitterter und harter Fels wurde nicht angetroffen. Die Sondierungen wurden im stark verwitterten Fels abgebrochen. Mit zunehmender Bohrtiefe kann der verwitterte und geklüftete Fels der Bodenklasse 6 rasch in frischen Fels der Bodenklasse 7 übergehen. Horizontale Übergänge in die Bodenklasse 7 sind ebenfalls möglich.

Im südöstlichen Teil des Engelmansholzes wurden größere Granitfindlinge an der Erdoberfläche angetroffen. Diese Findlinge sind der Bodenklasse 7 zuzuordnen.



9 Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation

In der Tabelle 3 sind die wesentlichen Angaben zum Baugrundmodell zusammenfassend dargestellt. Da der Mutterboden (Homogenbereich O) nicht von bautechnischer Bedeutung ist, werden ihm keine erdstatischen Parameter zugewiesen. Wegen der großen Heterogenität der Auffüllungen (Homogenbereich A1) können auch für sie keine typischen erdstatischen Parameter zugewiesen werden.

Aufgrund der Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erfahrungen mit ähnlichen Bodenverhältnissen können für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 3 angegebenen Rechenwerte angenommen werden.

Die bautechnische Klassifizierung erfolgte nach DIN 18196, DIN 1055 (Teil 2) und DIN 18300:2016-09.



Schichtenbezeichnung	gemischt-körnige Deckschichten	gemischt-körnige Deckschichten	bindige Deckschichten	bindige Deckschichten	Fels, verwittert
Homogenbereich nach DIN 18300 (Sept. 2016)	B1	B1	B2	B2	X1
Bodenart nach DIN 4022	fG, s, u-u*	G, s*, u'-u	U,g-g*(t',s'-s)	U,g'-g,s	-
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	GU	UL	UM	-
Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 (veraltet)	4	3	4	4	6
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F3	F2	F3	F3	F3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 (veraltet)	V2	V1	V3	V3	-
Konsistenz	steif steif-halbfest halbfest	-	weich-steif steif steif-halbfest	steif	sehr mürb
Plastizität	leicht	-	leicht	mittel	-
Lagerungsdichte		mitteldicht mitteldicht-dicht			-
Wichte [kN/m ³] nach DIN 1055, erdfeucht	19,5 19,5-20,5 20,5	19 19-21	17,5-18,5 18,5 18,5-19,5	18	21 - 23
Wichte [kN/m ³] unter Auftrieb nach DIN 1055	11 11-12 12	11 11-12,5	9-10 10 10-11	9,5	11 - 13
Reibungswinkel nach DIN 1055	27,5	32,5 32,5-35	27,5	22,5	40°**
Kohäsion c' [kN/m ²] nach DIN 1055	2 2-5 5		0-2 2 2-5	5	**
Wasserdurchlässigkeitswert k _f [m/s]	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁹	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁹	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁹
Steifemodul Es [MN/m ²]	20-30 30-70 70-90	70-90 90-110	4-5 5-8 8-12	4-6	80-150

Tabelle 3: Baugrundmodell: Schichtung, Eingruppierung und Bodenkenngrößen

** Ersatzreibungswinkel

10 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Grundwasser wurde im Untersuchungsgebiet in der überwiegenden Zahl der Aufschlüsse teilweise in geringer Tiefe angetroffen.

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 Sondierarbeiten gemessen:

Aufschluss	Grundwasser [m u. GOK]
RKS 1	1,15
RKS 2	0,93
RKS 3	0,98
RKS 4	kein GW
RKS 5	2,16
RKS 6	kein GW
RKS 7	Loch zu
RKS 8	0,50
RKS 9	2,80
RKS 10	4,20
RKS 11	0,75
RKS 12	1,97
Sch 1	1,80
Sch1 V	kein GW
Sch2 V	kein GW
DPL 1	1,58
DPL 2	1,05
DPL 3	2,22
DPL 4	kein GW
DPL 5	0,40
DPL 6	0,10
DPL 7	0,70
DPH 1	2,02
DPH 2	1,95
DPH 3	5,10
DPH 4	0,20

Tabelle 4: Wasserstände in den Aufschlüssen

Die Grundwasserverhältnisse werden voraussichtlich durch die geplanten Erdarbeiten verändert.

11 Hinweise zur Bauausführung

Die geotechnische Kategorie wurde für das Bauvorhaben nicht mitgeteilt. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung wurden die geplanten Maßnahmen in die geotechnische Kategorie GK 2 eingestuft.

Die Einstufung und die daraus resultierenden Anforderungen sind im Zuge der Projektbearbeitung aufgrund der Berechnungen und der Bauausführung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Genauere Angaben zu den Belastungsklassen der geplanten Verkehrswege, der Verlegetiefe der Wasserleitungen und Kanäle sowie genauere Angaben zu den geplanten Gebäuden waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt.

Die geplanten Ansatzpunkte der Aufschlüsse waren teilweise nicht zugänglich. Die Aufschlüsse wurden an den technisch machbaren Positionen niedergebracht. Insbesondere im Bereich der östlich gelegenen Hallen (Werk I und Werk II) konnten aufgrund des sehr unwegsamen Geländes nur wenige Aufschlüsse niedergebracht werden.

Die, in diesem Gutachten getroffenen Aussagen, sind als orientierende Voruntersuchungen zu verstehen. Für die Gründung geplanter Gebäude und weitere spezielle Fragestellungen sind im Fall weiterer, detaillierte Untersuchungen notwendig. Hierfür muss vor Beginn der Untersuchungen gegebenenfalls eine Baufeldfreilegung erfolgen.

11.1 Gründung der geplanten Gebäude

Für die Gründung des geplanten Bauwerkes sind folgende Gesichtspunkte wesentlich:

Die Gründung sollte frostsicher auf ausreichend tragfähigem Untergrund erfolgen. Die frostsichere Gründungstiefe liegt im Untersuchungsgebiete bei 1,20 m unter GOK.

Im Untersuchungsgebiet sind die weichen und weichen bis steifen bindigen Böden (Ton, Schluff) sowie locker und locker bis mitteldicht gelagerte gemischtkörnige Böden (Sand, Kies) für die Gründung der Fundamente nicht geeignet, da sie nicht ausreichend tragfähig sind. Die Gründung der Fundamente sollte in mitteldicht gelagerten, gemischtkörnigen Deckschichten oder in mindestens steifen bindigen Böden erfolgen. Der verwitterte Fels ist für die Gründung der Fundamente geeignet. Die Gründungen sind statisch nachzuweisen.

Wenn hohe Lasten abgetragen werden, kann eine Tiefgründung notwendig werden. Als Varianten für Tiefgründungen kommen Bohrpfähle, duktile Pfähle, vermörtelte Schottersäulen, Rüttelbetonsäulen oder eine Bodenverbesserung mit Kalkschottersäulen in Frage.

Die Gründungsvariante ist in erster Linie eine Frage der Lasten und der Wirtschaftlichkeit.

Genauere Angaben zu der Gründung der geplanten Gebäude können erst nach jeweils einer Detaillierten Baugrunduntersuchung und nach Mitteilung zu den Gebäuden (Gebäudelasten, Lage der Fertigfußbodenoberkanten...) getroffen werden.

11.2 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes

Zur Orientierung werden im Folgenden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für einen Teil der angetroffenen Böden nach Eurocode 7 [U11] angegeben.

11.2.1 Bodengruppe GU

Die Tabelle 5 zeigt die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für mindestens mitteldicht gelagerte, nichtbindige Böden (Bodengruppen SE, GE, SU, **GU**, ST, GT, SE, SW, SI, GE, GW, GT, SU, GU nach DIN 18196).

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ² b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50	280	420	560	700	700	700
1,00	380	520	660	800	800	800
1,50	480	620	760	900	900	900
2,00	560	700	840	980	980	980
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b \text{ bzw. } b' \geq 0,30 \text{ m}$	210					
ACHTUNG: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.						

Tabelle 5: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit mit den Voraussetzungen nach Tabelle (Tabelle A 6.1, DIN Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Bodengruppe nach DIN 18196	Ungleichförmigkeitszahl nach DIN 18196 <i>U</i>	mittlere Lagerungsdichte nach DIN 18126 <i>D</i>	mittlerer Verdichtungsgrad nach DIN 18127 <i>D_{Pr}</i>	mittlerer Spitzenwiderstand der Drucksonde <i>q_c</i> MN/m ²
SE, GE, SU, GU, ST, GT	≤ 3	$\geq 0,30$	$\geq 95 \%$	$\geq 7,5$
SE, SW, SI, GE, GW, GT, SU, GU	> 3	$\geq 0,45$	$\geq 98 \%$	$\geq 7,5$

Tabelle 6: Voraussetzungen für die Anwendung der Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands nach den Tabellen A 6.1 und A 6.2 bei nichtbindigem Boden (Tabelle A 6.3, DIN Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Die, in der Tabelle 5 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei nichtbindigen Böden, müssen bei geringem Grundwasserflurabstand bzw. Gründung im Grundwasser um 0 bis 40% verringert werden.

Bei Gründung unterhalb des Grundwasserspiegels muss der Bemessungswert des Sohlwiderstandes um 40% reduziert werden (Voraussetzung: Einbindetiefe > 0,80 m und Einbindetiefe > Fundamentbreite).

11.2.2 Bodengruppen GU*, UL, UM

Die Tabelle 7 zeigt die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für leicht plastische Schluffe.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²
0,50	180
1,00	250
1,50	310
2,00	350

ACHTUNG:
Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 7: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf reinem Schluff (UL nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 bis 2,00 m bei steifer bis halbfester Konsistenz oder einer mittleren einaxialen Druckfestigkeit $q_{u,k} > 120$ kN/m² (Tabelle A 6.5, DIN Handbuch Eurocode 7 (Tabelle A 6.5), Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Die Tabelle 8 zeigt die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für bindige Böden (Bodengruppen UM, TL, TM nach DIN 18196).

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	170	240	390
1,00	200	290	450
1,50	220	350	500
2,00	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

ACHTUNG:
Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle 8: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf tonig-schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 bis 2,00 m (Tabelle A 6.7, DIN Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Die Tabelle 9 zeigt die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für stark bindige, gemischtkörnige Böden (Bodengruppen SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196).

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	210	310	460
1,00	250	390	530
1,50	310	460	620
2,00	350	520	700
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700
ACHTUNG: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohl drücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.			

Tabelle 9: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf gemischtkörnigem Boden (SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196; z. B. Geschiebemergel) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m (Tabelle A 6.6, DIN Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1:Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Bei Fundamentbreiten zwischen 2 und 5 m müssen die angegebenen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands (Tabelle 7 bis 9) um 10 % je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden.

11.2.3 Allgemeine Hinweise zur den Bemessungswerten des Sohlwiderstandes in nichtbindigen und bindigen Böden

Die Angaben in den Tabellen 5 bis 9 beruhen auf den im Eurocode 7, Band 1 [U11] angegebenen Voraussetzungen.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L/b_B < 2$ bzw. $b_L/b_B < 2$ und bei Kreisfundamenten darf der angegebene bzw. die oben genannte, für größere Fundamentbreiten ermittelte Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands (Tabellen 5 und 6 sowie Tabellen 7 bis Tabelle 9) um 20 % erhöht werden, wenn die Einbindetiefe größer als $0,60 \cdot b$ bzw. $0,60 \cdot b'$ ist.

11.2.4 Fels

Nach Eurocode 7 dürfen Flächengründungen (Einzelfundamente, Streifenfundamente und Sohlplatten) normalerweise mit zulässigen Sohlpressungen bemessen werden. Bei harten und intakten Erstarrungsgesteinen, gneisartigen Gesteinen, Kalksteinen und Sandsteinen ist die zulässige Sohlpressung durch die Druckfestigkeit des Fundamentbetons begrenzt.

Auf dem Diagramm in Abb. 1 wurden die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für quadratische Einzelfundamente auf Fels **nach Eurocode 7** angegeben. Wenn die zugehörigen Voraussetzungen vorliegen, sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach dem Diagramm in Abbildung 1 zu ermitteln.

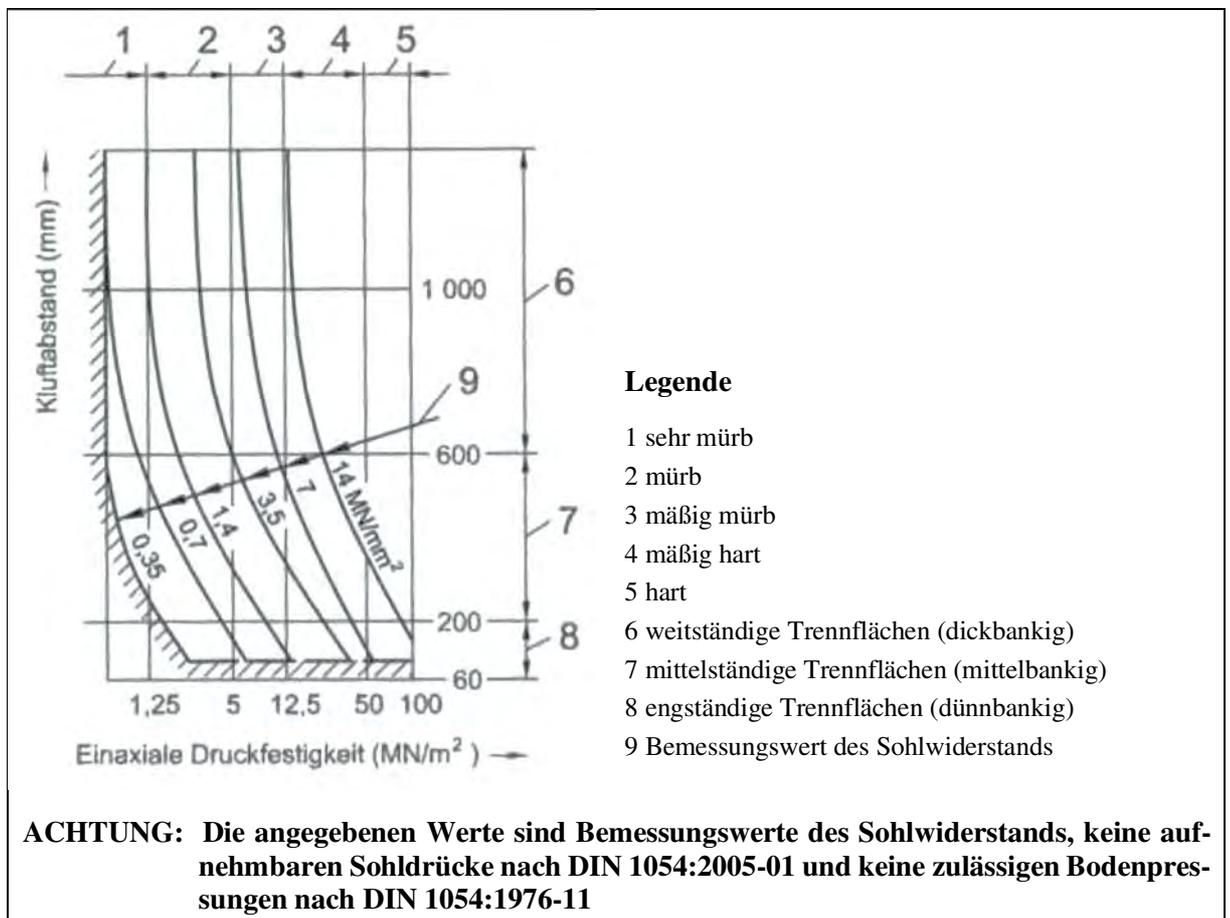


Abbildung 1: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für quadratische Einzelfundamente auf Fels (Bild A 6.3, DIN Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011).

Für den, in den Aufschlüssen angetroffenen stark verwitterten Granit, kann nach Abbildung 1 ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von 350 kN/m^2 angesetzt werden.



11.3 Allgemeine Hinweise zum Herstellen von Böschungen

11.3.1 Lockergesteinsböschungen

Die Böschungen in Lockergesteinen und stark zersetzten Gesteinen sind sehr erosionsempfindlich. Entsprechend sind diese nach Fertigstellung sofort vor Erosion zu schützen (ingenieurbiologischer Verbau).

Die Oberflächenwässer sind oberhalb der Böschungen durch Gräben oder Dränagen zu sammeln und abzuleiten.

11.3.2 Felsböschungen

Häufig werden Felsböschungen in Straßeneinschnitten aus optischen Gründen sowie wegen der Steinschlagsicherheit nicht steiler als 1 : 1 geböscht, auch wenn dies aus ingenieurgeologischen Gründen möglich wäre. Da ein großer Teil des Gesteins extrem verwittert bis zersetzt ist, treten kompakte Bereiche deutlich zurück. Durch die Verwitterung wird ein Großteil des ursprünglich anstehenden Felsverbandes rasch zu Lockergestein zerfallen.

11.4 Rohrleitungen

Im Folgenden werden allgemeine Hinweise zum Rohrleitungsbau gegeben. Angaben zu der Gründungstiefe der Rohrleitungen lagen zum Zeitpunkt nicht vor.

Durch den geplanten Geländeabtrag in großen Teilen des Untersuchungsgebietes werden die Rohrleitungen voraussichtlich auf sehr unterschiedlichem Niveau bezüglich der jetzigen Geländeoberkante liegen.

11.4.1 Gründung der Wasserleitungen und Kanäle

Um die Frostsicherheit zu gewährleisten, sollten die Wasserleitungen mindestens 1,30 m in den Untergrund einbinden. Die Kanäle sollten frostsicher gegründet werden (mindestens 1,30 m u. GOK).

Für die Gründung der Wasserleitungen und Kanäle sind mindestens steife bindige oder stark bindige gemischtkörnige bzw. mindestens mitteldicht gelagerte gemischtkörnige Böden geeignet. Auch der verwitterte Fels ist für die Gründung der Rohre geeignet.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen stehen im Untersuchungsgebiet in der frostsicheren Gründungstiefe von 1,30 m unter GOK ganz überwiegend ausreichend tragfähige Böden an.

Falls im Gründungsbereich der Wasserleitungen und Kanäle gering tragfähige Böden bzw. Auffüllungen angetroffen werden, wird ein Bodenaustausch von ca. 0,30 bis 0,50 m unter der Gründungssohle empfohlen.

Locker bis mitteldicht gelagerte gemischtkörnige Böden bzw. weiche bis steife, bindige und stark bindige gemischtkörnige Deckschichten, sind für die Gründung der Rohre und Leitungen nicht geeignet. Hier besteht die Gefahr, dass sich die Leitungen ungleichmäßig setzen und unkontrolliert verformen.

11.4.2 Rohraufleger

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

Werden im Niveau der vorgesehenen Rohrleitungen bereichsweise Böden angetroffen, die zur Aufnahme der Lasten der Rohre nur bedingt oder nicht geeignet sind (weiche und weiche bis breiige Böden sowie organogene Böden), sind diese auf einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,5 m auszutauschen.

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

Für die Ausführung der Rohrleitungsarbeiten 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.

11.4.3 Verfüllung der Rohrgräben und Bauwerke

Beim Aushub der Kanal- und Wasserleitungstrassen fallen im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Materialien an.

Die Aushubmasse dürfte teilweise aus den stark bindigen gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GU*) und gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GU) des Homogenbereiches B1 sowie den bindigen Böden des Homogenbereiches B2 bestehen. Ein Teil der Aushubmasse dürfte auch aus dem verwitterten Granit bestehen.

Bindige Böden und stark bindige gemischtkörnige Böden sind bei einer Wiederverwertung sehr setzungsempfindlich bzw. schlecht verdichtbar und sollten im Trassenbereich nicht wieder eingebaut werden.

Der größte Teil der gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe GU besteht voraussichtlich aus Zersetzprodukten des anstehenden Granites. Diese Zersetzprodukte sowie der verwitterte Fels sind nur schwer hohlraumarm zu verdichten und sollten im Trassenbereich ebenfalls nicht wieder eingebaut werden.

Die oben genannten Aushubmaterialien sollten nur dann wieder eingebaut werden, wenn größere Setzungen in Kauf genommen werden können.



Beim Einbau der Schichten ist darauf zu achten, dass die verschiedenen Bodenarten sowohl gegenüber dem Untergrund als auch untereinander filterstabil sind. Dies kann z. B. mittels eines Geotextils der Klasse 2 nach FGSV-Merkblatt erfolgen.

Für die Verdichtung der Verfüllungen in den Kanalgräben gelten die in der ZTVA-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 ZTVE-StB 09 während der Erdarbeiten mittels Verdichtungskontrollen zu überprüfen.

11.4.4 Wasserhaltung der Rohrgräben

Grundwasser wurde im Untersuchungsgebiet in den Aufschlüssen teilweise in geringer Tiefe angetroffen.

Insbesondere in den Bereichen, in denen ein größerer Geländeabtrag oder Aufbau stattfinden soll, wird der Grundwasserspiegel voraussichtlich deutlich verändert werden.

Die, in den Aufschlüssen angetroffenen Böden und Gesteine, sind mittel bis sehr gering Wasserdurchlässig.

Bei einer begrenzten Tiefe kann das den Kanalgräben zufließende Wasser voraussichtlich mit einer gut funktionierenden, offenen Wasserhaltung (mehrere Pumpensümpfe, Drainagegräben etc.) abgeleitet werden.

Bei stärkerem Wasseranfall kann es erforderlich werden, Dränrohre in grobkörnigem Filtermaterial (z. B. Kies der Korngruppe 4/32) zwischen den Pumpensümpfen mitzuführen.

Für die Entnahme und Einleitung des während der Bauarbeiten anfallenden Grundwassers in die Vorfluter, ist eine Genehmigung bei der zuständigen Behörde zu beantragen.

Die Standsicherheit von Nachbargebäuden darf durch Grundwasserabsenkungen im Rahmen der Wasserhaltung nicht beeinträchtigt werden.

Die Bewertung des Wasserzuflusses in die Leitungsräben, muss nach dem Vorliegen einer detaillierten Planung und evtl. vorhandenen neuen Untersuchungsergebnissen gegebenenfalls neu bewertet werden.

11.4.5 Sicherung der Wasserleitungen und der Kanäle

Wenn ein freies Abböscheln der Kanalgräben nicht möglich ist, sind zur Sicherung der Grabenwände Sicherungsmaßnahmen notwendig.

Wenn die Rohrleitungsgräben in ausreichender Entfernung von der Bebauung ($b/z < 1$) ausgehoben werden, kann die Sicherung der Kanalgrabenwände voraussichtlich durch großflächige Kanalverbauplatten erfolgen.

11.5 Hinterfüllen von Bauwerken

Nach ZTVE-StB sind für die Hinterfüllung von Arbeitsräumen nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Verfüllmaterialien der Bodengruppen SE, SI, SW, GE, GI, GW, SU, ST, GU und GT zu verwenden. Die Hinterfüllmaterialien sind so einzubauen und zu verdichten, dass ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erreicht wird. Dies entspricht nach ZTVE-StB 12 Tabelle 10, je nach Verfüllmaterial einem statischen Verformungsmodul von $E_{v2} = 80$ bis 100 MN/m^2 . Schwer zugängliche Bereiche sind mit Füllbeton zu hinterfüllen. Für die Verfüllmaterialien der Verdichtbarkeitsklasse V1 kann eine Feuchtwichte von $\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$ und ein Reibungswinkel $\varphi' = 35^\circ$ angesetzt werden. Für diese Anforderungen ist bei der Bemessung der Außenwände der Erdruchdruckbeiwert K_0 anzusetzen, der für die verschiedenen Hinterfüllmaterialien nach der Formel $K_0 = 1 - \sin \varphi'$ zu ermitteln ist. Daraus errechnet sich nach der o. g. Formel ein Erdruchdruckbeiwert von $K_0 = 0,43$.

Bezüglich der Hinterfüllung von Bauwerken, bei denen der aktive Erddruck angesetzt werden kann, ist das Hinterfüllmaterial nur mit einer mitteldichten Lagerung einzubauen. Dies entspricht nach ZTVE-StB einer Proctordichte $D_{Pr} = 98 \%$.

11.6 Bautechnische Hinweise zur Bauausführung

In der Baugrubensohlen stehen überwiegend 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 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.

Für die Entnahme und Einleitung des, während der Bauarbeiten anfallenden Wassers ist eine Genehmigung bei der zuständigen Behörde zu beantragen.

11.7 Sicherung 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 Sondierungen angetroffenen Böden und Gesteine, können oberhalb des Grundwasserspiegels, sofern dies die Baustellenverhältnisse erlauben, frei geböscht werden.

Dabei dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Auffüllungen	$\beta = 30^\circ$
Nichtbindige oder weiche bindige Böden	$\beta = 45^\circ$
Steife und halbfeste bindige Böden	$\beta = 60^\circ$
Fels, stark verwittert	$\beta = 70^\circ$

Sind Böschungen in den Auffüllungen nötig, sollten diese nicht steiler als 30° geböscht werden.

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.

Für die Herstellung der Fundamente in nicht verbauten Baugruben und Gräben wird auf DIN 4124 Abschnitt 4.2 verwiesen.

11.8 Schutz der Gebäude gegen Wasser

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Böden und Gesteine sind größtenteils mittel bis gering durchlässig. Deshalb kann sich in der Baugrubenhinterfüllung Wasser aufstauen.

Um Schäden durch aufgestautes Wasser zu vermeiden, sind bei Gebäuden Sicherungsmaßnahmen gegen Wasser notwendig.

11.9 Wiederverwendung der Aushub- und Abbruchmaterialien

Bei Erdarbeiten fallen im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Materialien an.

Die Aushubmasse dürfte teilweise aus den stark bindigen gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GU*) und gemischtkörnigen Böden (Bodengruppe GU) des Homogenbereiches B1 sowie den bindigen Böden des Homogenbereiches B2 bestehen. Ein Teil der Aushubmasse dürfte auch aus dem verwitterten Granit bestehen.

Bindige Böden und stark bindige gemischtkörnige Böden sind bei einer Wiederverwertung sehr setzungsempfindlich bzw. schlecht verdichtbar und sollten im Trassenbereich nicht wieder eingebaut werden.

Der größte Teil der gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe GU besteht voraussichtlich aus Zersatzprodukten des anstehenden Granites. Diese Zersatzprodukte sowie der verwitterte Fels sind nur schwer hohlraumarm zu verdichten und sollten ebenfalls nicht wieder eingebaut werden.

Die oben genannten Aushubmaterialien sollten nur dann wieder eingebaut werden, wenn größere Setzungen in Kauf genommen werden können.

Die oben beschriebenen Wiederverwendungsmöglichkeiten gelten vorbehaltlich unter der Annahme, dass das betreffende Material unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten für die Wiederverwertung geeignet ist.

Bei den geplanten Erschließungsmaßnahmen fallen evtl. auch größere Mengen des für den Aufbau des Bahndammes verwendeten Materials an. Diese Materialien

11.10 Bodenaustausch

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. Der Bodenaustausch muss im Druckausbreitungsbereich von Fundamenten eingebracht werden (Magerbeton 50°, Kiessand 45°).

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

11.11 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 von Bebauungen ist die DIN 4123 "Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen" zu beachten. Darüber hinaus empfehlen wir vor Beginn der Bauarbeiten eine Beweissicherung an bestehenden Gebäuden, Verkehrs- und Freiflächen durchzuführen

11.12 Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen

Die Belastungsklasse evtl. geplanter Verkehrswege sowie deren Höhenlage war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt.

Im Folgenden wird ein beispielhafter Aufbau einer Verkehrsfläche beschrieben.

Nach dem Herstellen des Erdplanums stehen voraussichtlich zu einem Teil Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an.

Als Belastungsklasse wird im Folgenden die Belastungsklasse Bk 3,2 (Industriestraßen) angenommen.

Es wird weiterhin angenommen, dass eine Schwarzdecke (Asphaltdeck- und tragschicht), auf einer Schottertragschicht und einer Frostschuttschicht auf F3 Böden erstellt wird (Tafel 1, Zeile 3).

In der RStO 12, Tab. 10 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 10: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (aus RStO 12, Tabelle 6)



Im Bereich der Verkehrsflächen stehen im Untergrund teilweise frostempfindliche Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F3 an. Hierfür ergibt sich für die Bauklasse Bk 3,2 eine Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,60 m. Gemäß Tabelle 7 der RStO 12 und Bild 6 sind folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

- Frosteinwirkungszone III +15 cm
- Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum + 5 cm
- Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen -0,05 m

Somit ergibt sich die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Aufbaus zu **0,75 m**.

Die Lage möglicher Gradienten (Einschnitte, Dämme) ist hierbei nicht berücksichtigt.

Bei einer angenommenen Belastungsklasse Bk 3,2 sind in Tafel 1, Zeile 3 der RStO 12 die Bauweisen der Asphaltdecken geregelt. Hierbei kann folgender Aufbau bei der Bauklasse Bk 3,2 gewählt werden:

- 10 cm Asphaltdecke
- 10 cm Asphalttragschicht
- 15 cm Schottertragschicht
- 40 cm Frostschutzschicht

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 E_{v2} von 120 MN/m^2 auf der Frostschutzschicht und 150 MN/m^2 auf der Schottertragschicht erreicht werden, wenn auf dem Planum ein E_{v2} -Wert von mindestens 45 MN/m^2 besteht.

Auf höchstens steifen oder steifen bis halbfesten bindigen Böden bzw. auf höchstens steifen stark bindigen gemischtkörnigen Böden wird dieser Wert auf dem Planum vermutlich größtenteils nicht erreicht. Die Böden sind zu stabilisieren oder der Untergrund ist zu verbessern. Auf den mindestens mitteldicht gelagerten gemischtkörnigen Böden (z. B. Bodengruppe GU), auf den mindestens steifen bis halbfesten stark bindigen Böden (z. B. Bodengruppe GU*) sowie auf dem verwitterten Fels, kann der erforderliche Verformungsmodul auf dem Erdplanum von 45 MN/m^2 evtl. erreicht werden. Dies sollte durch die Ermittlung des Verformungsmodules überprüft werden.



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 Schropfen und einem Vlies zu verbessern. Es wird empfohlen den Verformungsmodul in Probefeldern zu ermitteln, um den Aufbau unter der Frostschutzschicht genau festlegen zu können. Bei größeren Flächen ist die Bodenbehandlung mit Bindemittel vermutlich die kostengünstigere Variante. Wir empfehlen, die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu überprüfen.

Ein Auflockern der Schichten ist zu verhindern.

Um den Aufbau unter der Frostschutzschicht genau festlegen zu können, wird empfohlen den Verformungsmodul auf Probefeldern zu ermitteln,

Die im Planum anstehenden, bindigen Böden sind sehr feuchtigkeits- und witterungsempfindlich. Die Konsistenz dieser Böden verschlechtert sich sofort, wenn diese Böden Sicker- oder Niederschlagswässer aufnehmen. Sie können dann tiefgründig aufweichen. Ein Aufweichen der Schichten ist zu verhindern.

11.13 Bodenbehandlung mit Bindemitteln (Stabilisierung)

Die Anforderungen an eine Bodenbehandlung mit Bindemitteln wird ZTV E-StB 17 sowie den zugehörigen Merkblättern und Prüfvorschriften beschrieben.

Im Rahmen der Bodenbehandlung ist demnach durch den Auftragnehmer eine Eignungsprüfung nach TP BF-StB Teil B 11.3 an den zur Bodenbehandlung vorgesehenen Böden durchzuführen. Die Eignungsprüfung ist 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.

Zur Bodenbehandlung bedingt bzw. nicht geeignete Materialien sind unter anderem ausgeprägt plastische Tone, organische Böden und Böden mit organischen Beimengungen, Böden mit sehr wechselhafter Zusammensetzung und veränderlich feste Gesteine (z.B. Tonsteine) Die Verdichtung der verbesserten Böden muss durch die Durchführung von Plattendruckversuchen auf dem Planum (jede Lage) überprüft werden.

In Abhängigkeit der jeweiligen Witterungsbedingungen und dem Zustand (Wassergehalt) des Auftragsbodens sollte vor Beginn der Baumaßnahme eine Probeverdichtung mit den in der Eignungsprüfung ermittelten Bindemittelmenge durchgeführt werden.

Für eine mögliche Hinterfüllung von Bauwerksteilen sind ggf. weitere Prüfungen notwendig.



Die Herstellung der Bodenverbesserung (Stabilisierung) 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. Evtl. vorhandene Steine und Blöcke sind vor dem Stabilisieren zu entfernen.

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.

Die Verarbeitungszeiten des Boden-Bindemittelgemisches müssen beachtet werden.

Nach der Fertigstellung der Bodenverbesserung muss das Planum gegen Witterungseinflüsse geschützt werden.

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

Die Zerkleinerung des Bodens, das Einfräsen des Bindemittels und die lagenweise Verdichtung des Boden-Bindemittelgemisches muss mit geeignetem Spezialgerät erfolgen.

Die Verdichtung des behandelten Bodens sollte mit Schafffußwalzen oder ähnlichem erfolgen, um eine Zertrümmerung bzw. Durchmischung des Materials zu gewährleisten. Es wird eine statische Verdichtung empfohlen.

Beim Einfräsen des Binders ist der Wassergehalt entsprechend der Eignungsprüfung herzustellen. Das stabilisierte Planum muss gegebenenfalls befeuchtet werden. Hierfür muss das entsprechende Wasser und die benötigten Geräte vorgehalten werden.

Im Bauzustand muss das Gründungspolster ausreichend entwässert werden. Dies kann gegebenenfalls über die vorhandene Baudrainage erfolgen.

Durch langfristige Verfestigungen sind spätere Aufgrabungen im Bereich der qualifizierten verbesserten Böden möglicherweise erheblich erschwert.

Die Bodenbehandlung mit Bindemittel muss im Druckausbreitungsbereich des Fundamentes durchgeführt werden.

Um einen Wasseraufstau zu vermeiden, muss die Oberkante des behandelten Planums eine Neigung zu den Gebäudeaußenseiten hin aufweisen.

Es wird empfohlen bereits in der Bewerbungsphase für die Durchführung der Bodenverbesserung die Vorlage der fachlichen Eignung der Bieter und die Vorlage eines Qualitätssicherungsplanes für die auszuführenden Bodenbehandlungen anzufordern.

11.14 Versickerung

Die angetroffenen bindigen Böden und gemischtkörnigen Böden mit stark bindigen Anteilen sind generell gering bis sehr gering durchlässig.

Es wurden zwei Sickerversuche nach DWA-Arbeitsblatt A 138 [U15] in den Aufschlüssen Sch 1V und Sch 2V durchgeführt.

Der Sickerversuch in Sch 1 V konnte nicht ausgewertet werden, da der Wasserspiegel durch Schichtwasserzutritt während des Versuches anstieg.

Der in Sch 2V durchgeführte Sickerversuch ergab eine hydraulische Leitfähigkeit von $k_f = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ (siehe Anlage 6).

Dieser Wert ist für den Bereich des Sickerversuches gültig. Die Leitfähigkeitswerte können in anderen Bereichen des Untersuchungsgebietes von dem ermittelten Wert abweichen.

Nach [U15] ist bei k_f -Werten von kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht von vornherein gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem k_f -Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-6} m/s. Bis zum Grundwasser ist mindestens 1,0 m Abstand erforderlich.

12 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen.

Zur orientierenden Bewertung der in den Aufschlüssen angetroffenen Böden, wurden zwei Bodenproben nach LAGA [(Zuordnungswerte 1997 FS + EL), Tab. II.1.2-2 + 1.2-3] [U22] und den Zusatzparametern nach DepV [U23] untersucht. Die chemischen Analysen wurden durch das akkreditierte Prüflaboratorium SGS Institut Fresenius GmbH durchgeführt.

In Tabelle 11 sind die wichtigsten Daten zu den einzelnen Proben aufgeführt:

Probe	Entnahmetiefe [m u GOK]	Homogenbereich	Zuordnung nach LAGA	Zuordnung nach DepV	auffällige Parameter
P RKS 4a	0,20-2,50	B1 (Kies, Bodengruppe GU*)	Z 0*	DK 0**	(pH)/ (pH)
P RKS 8a	2,60-4,20	B2 (Schluff, Bodengruppe UL)	Z 0*	DK 0	(pH)/ -

Tabelle 11: Eckdaten der analysierten Proben.

Die mit * markierten Einordnungen in Einbauklassen bzw. die mit ** markierten Einordnungen in Deponieklassen beruhen auf der Anwendung von Sonderregelungen und müssen mit dem Entsorger/Verwerter und ggf. den Fachbehörden abgestimmt werden.

In Spalte „auffällige Parameter“ gelten die Angaben vor dem Schrägstrich für die Auswertung nach LAGA und nach dem Schrägstrich für die Auswertung nach DepV. Die **fett** geschriebenen Parameter sind ausschlaggebend für die Einordnung in die jeweilige Einbau- bzw. Deponieklasse.

Die in der Spalte „auffällige Parameter“ in Klammern aufgeführten Parameter sind auf Grund von Sonderregelungen ggf. nicht bewertungsrelevant.



Nach LAGA können die beiden analysierten Proben in die Einbauklasse Z 0 eingeordnet werden. Die Verwitterungsprodukte des im Untersuchungsgebiet anstehenden Granites weisen geogen bedingt niedrige pH-Werte im Feststoff und im Eluat auf. In den Fußnoten der Tab. II.1.2-2 + 1.2-3 der LAGA wird darauf hingewiesen, dass niedrige pH-Werte unter diesen Umständen nicht in die Bewertung der Probe einfließen müssen. Die mit * markierte Einbauklassen in Tabelle 11 berücksichtigen diese Tatsache. Die Anwendung der oben beschriebenen Fußnote muss mit dem Verwerter des Materials und gegebenenfalls mit den zuständigen Fachbehörden abgestimmt werden.

Nach DepV können die beiden analysierten Proben in die Deponieklasse DK 0 eingeordnet werden. Der erhöhte pH-Wert im Eluat der Probe P RKS 4a ist auf die chemische Zusammensetzung der Ausgangsgesteine zurückzuführen und ist unter diesen Umständen nicht bewertungsgebend. Die mit ** markierten Deponieklassen in Tabelle 11 berücksichtigen diese Tatsache. Diese Einordnung muss mit dem Entsorger und gegebenenfalls mit den Fachbehörden abgestimmt werden.

Die Bewertung erfolgte auf Grundlage des jetzigen Kenntnisstandes. Im Rahmen geplanter Aushubmaßnahmen ist eine ordnungsgemäße Haufwerksbeprobung zur Deklaration des Auffüllungsmaterials mit fachgutachterlicher Betreuung notwendig. Hierzu empfehlen wir, ein entsprechendes Bereitstellungslager zur Haufwerksbeprobung einzuplanen. Erst dann können abschließende Aussagen zur abfallrechtlichen Beurteilung getroffen werden. Es ist dabei nicht auszuschließen, dass Abweichungen hinsichtlich der o. g. Einstufung festgestellt werden. Die Prüfprotokolle sind in Anlage 7 beigelegt, die Bewertungsgrundlagen für die chemische Analyse kann der Anlage 8 entnommen werden.



13 Zusammenfassung und abschließende Hinweise

Die Stadt Tirschenreuth plant ein größeres Gewerbegebiet südlich von Tirschenreuth mit einer Fläche von ca. 35 ha.

Die Piewak & Partner GmbH wurde beauftragt, die erforderlichen Aufschlüsse auszuführen und ein geotechnisches Gutachten für das Bauvorhaben zu erstellen.

Zur Erkundung des Untergrundes kamen insgesamt 11 Rammkernsondierungen, ein Baggerschurf, 9 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde, vier Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde sowie zwei Sickerversuche im Baggerschurf zur Ausführung.

Die geplanten Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind teilweise nur beschränkt bzw. nicht zugänglich.

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen teilweise in geringer Tiefe angetroffen.

Es wurden Hinweise zur Bauausführung, zur Wasserhaltung und zur Wiederverwertung der Aushubmaterialien gegeben.

Die, in diesem Gutachten getroffenen Aussagen, sind als orientierende Voruntersuchungen zu verstehen. Für die Gründung geplanter Gebäude und weitere spezielle Fragestellungen sind im Fall weiterer, detaillierte Untersuchungen notwendig. Hierfür muss vor Beginn der Untersuchungen gegebenenfalls eine Baufeldfreilegungen erfolgen.

Es wurden zwei Proben nach LAGA und DepV laborchemisch untersucht.

In den Baugruben stehen sehr feuchtigkeitsempfindliche Materialien an. Diese müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden.



14 Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten wurde auf der Basis der im Text erläuterten Informationen und der durchgeführten Untersuchungen erstellt. Es enthält Angaben zu den Homogenbereichen und Bodengruppen, Hinweise zur Ausbildung der Baugruben und zur Wasserhaltung sowie allgemeine Angaben zur Gründung der geplanten Gebäude. Infolge des weitmaschigen Aufschlussnetzes können Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen auftreten. In diesem Fall bitten wir Sie, unser Büro zur Beratung zu benachrichtigen.

Für Rückfragen hinsichtlich der Baugrundverhältnisse und der Gründung sowie für die Durchführung der Verdichtungsprüfungen und der Gründungssohlabnahmen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

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, 30.09.2021

Bearbeiter

Bearbeiter

Geschäftsführer

Dr.-Ing. Thomas Röckel
Dipl.-Geologe

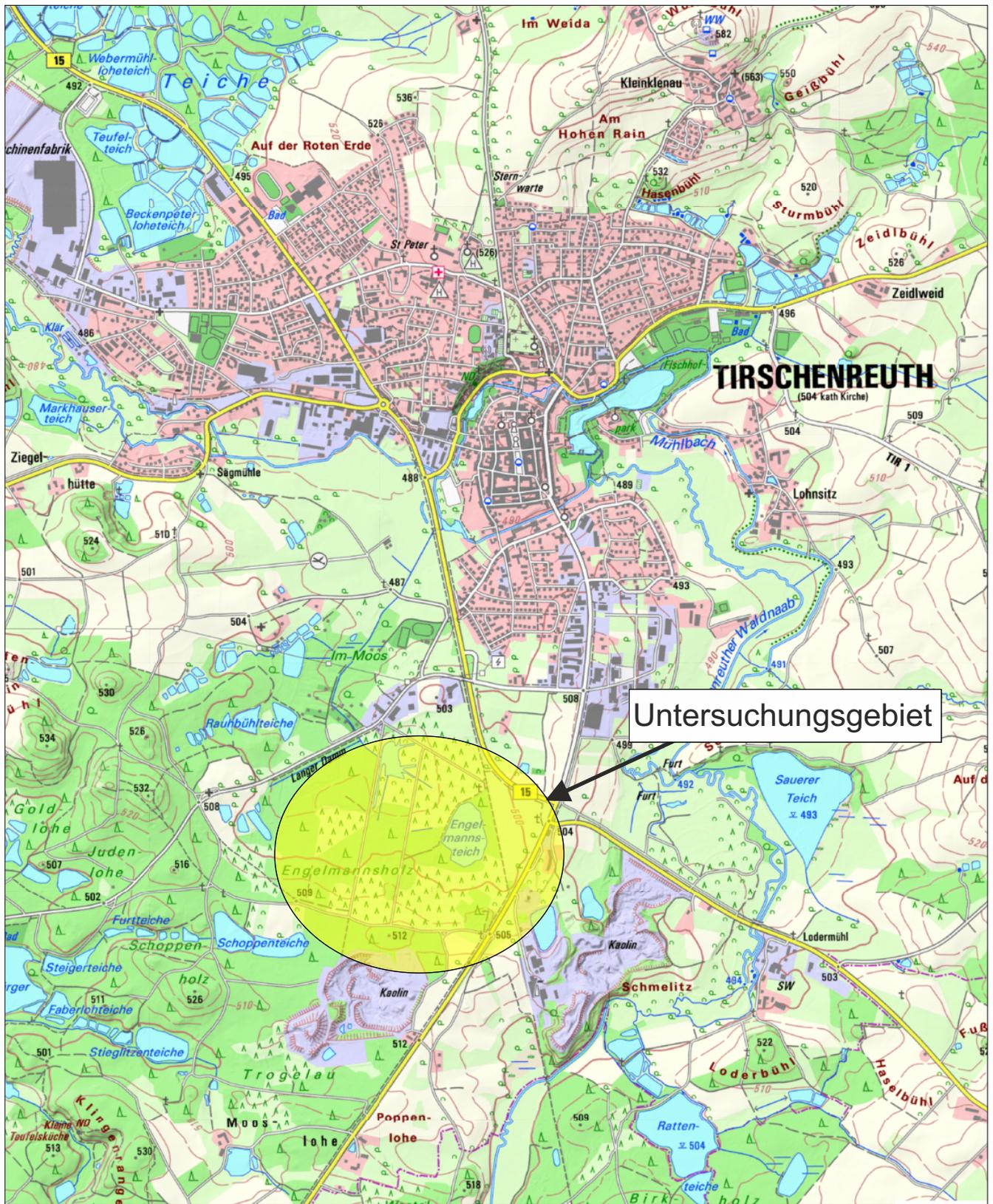
Christoph Marquardt
Dipl.- Hydrologe

Manfred Piewak
Dipl.-Geologe
Sachverständiger
nach § 18 BBodSchG



Anlage 1

Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, - Baugrunduntersuchung -		Anlage: 1		
		Projekt-Nr.: 21157		
Maßstab 1:25.000	Lage des Untersuchungsgebietes	gez. gepr. geänd.	Datum 30.09.2021	Name CM
 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 30.09.2021  (Unterschrift)		



Anlage 2

Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 3000



Legende	
RKS 1	Rammkernsondierung
DPL 1	Leichte Rammsondierung
DPH 1	Schwere Rammsondierung
A A'	Profilschnittlinie

Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, - Baugrunduntersuchung -		Anlage: 2		
		Projekt-Nr.: 21157		
Maßstab 1:3000	Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte	gez. gepr. geänd.	Datum 22.07.2021	Name CM
 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 22.07.2021  (Unterschrift)		



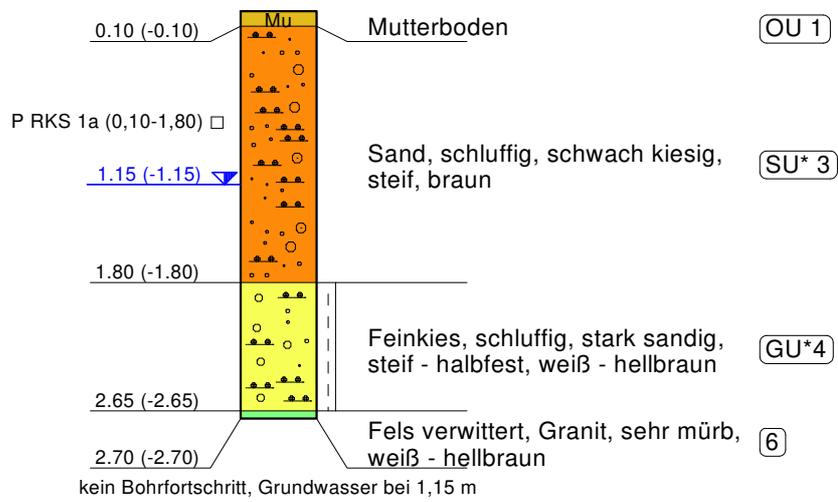
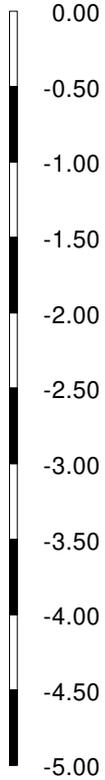
Anlage 3

Schichtenprofile der Rammkernsondierungen und Schürfe

RKS 1

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4523644 ; HW:5525116)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.1

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

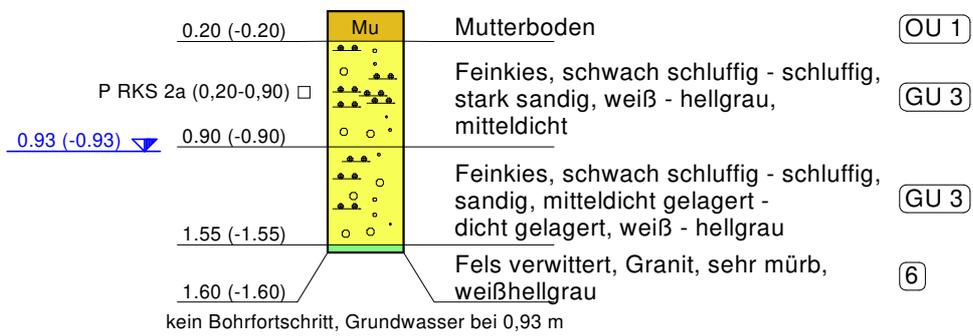
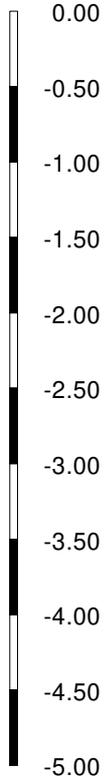
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 2

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4523827 ; HW:5525105)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.2

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

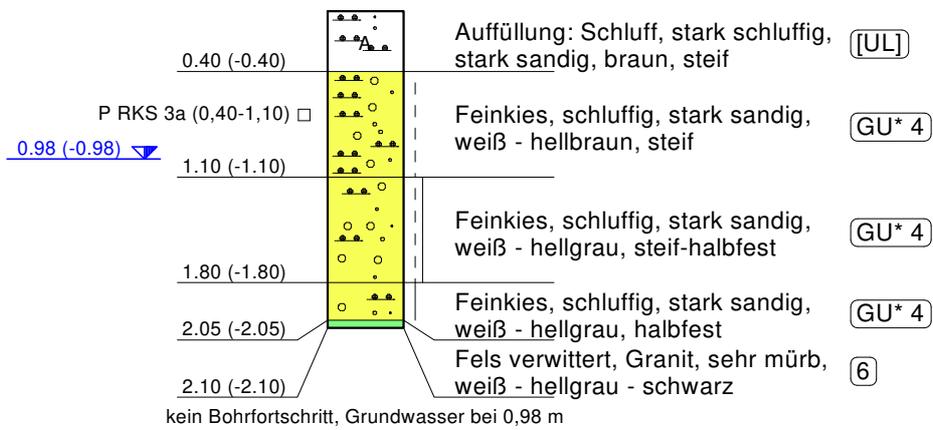
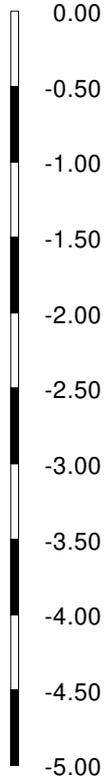
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 3

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4523913 ; HW:5525102)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.3

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

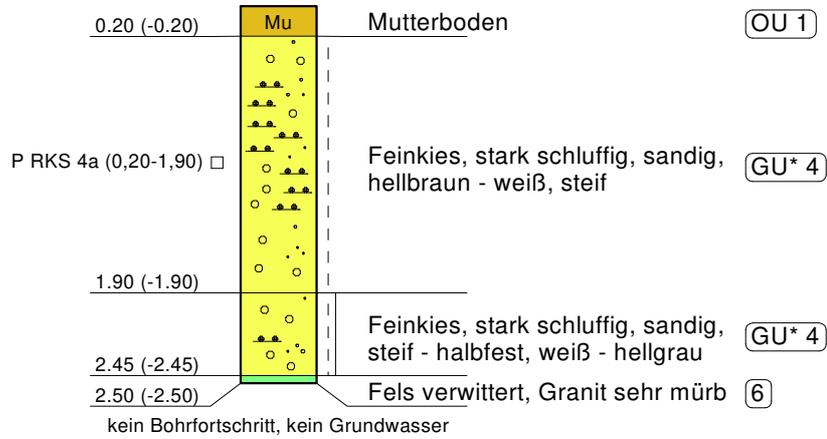
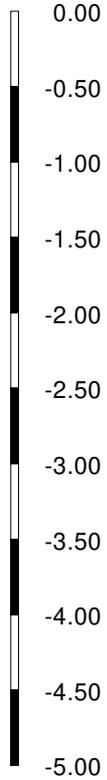
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 4

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4523787 ; HW:5524843)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.4

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

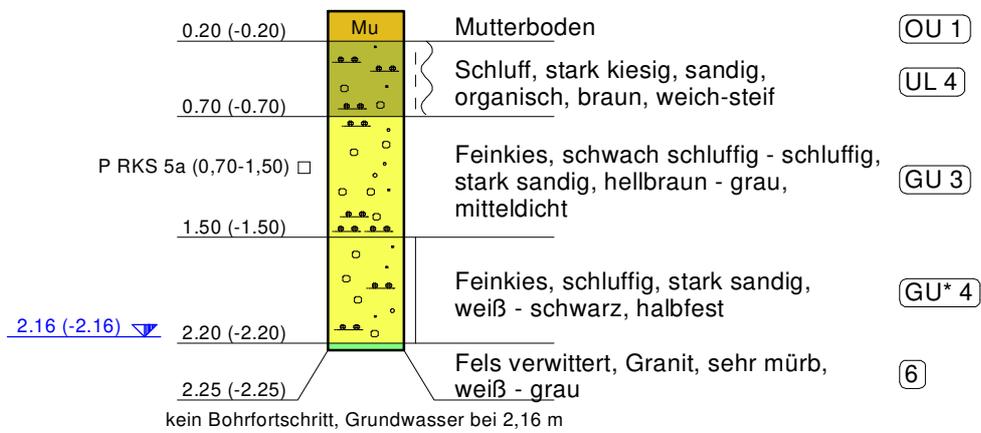
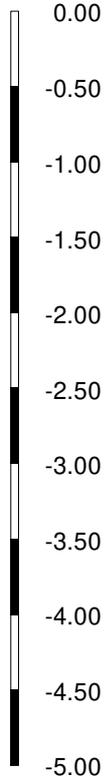
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 5

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524183 ; HW:5524765)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.5

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

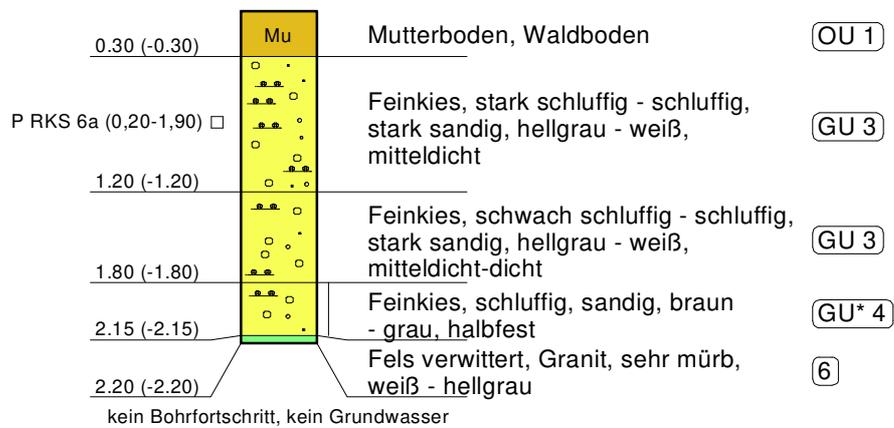
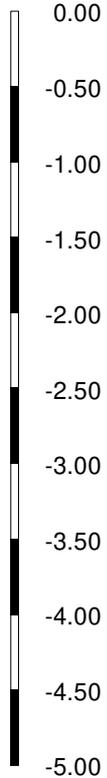
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 6

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524217 ; HW:5524866)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.6

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

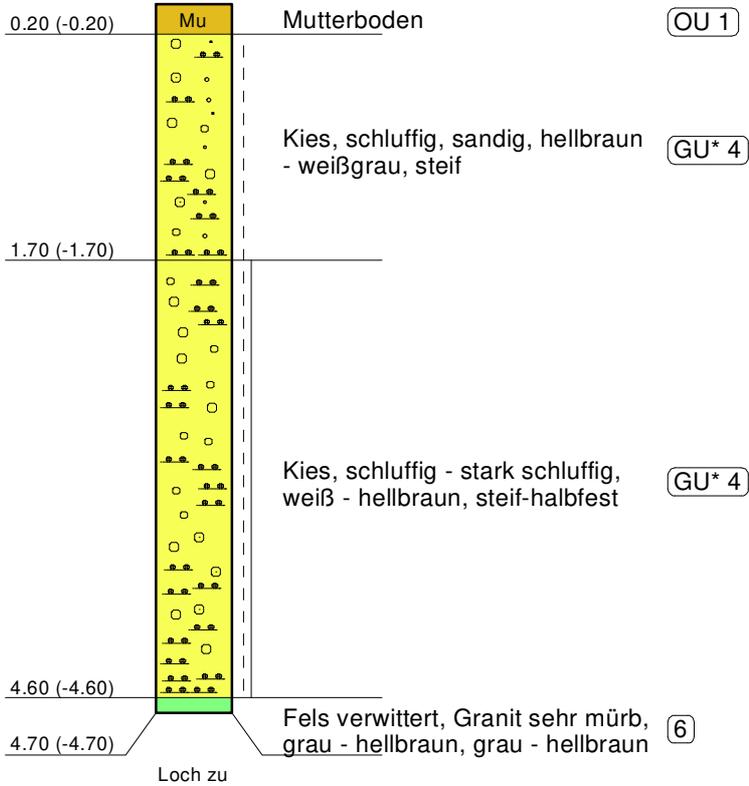
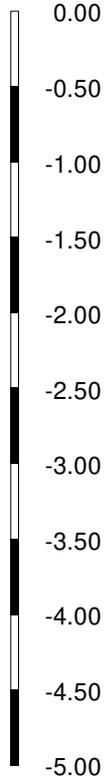
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 7

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524318 ; HW:5525050)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.7

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

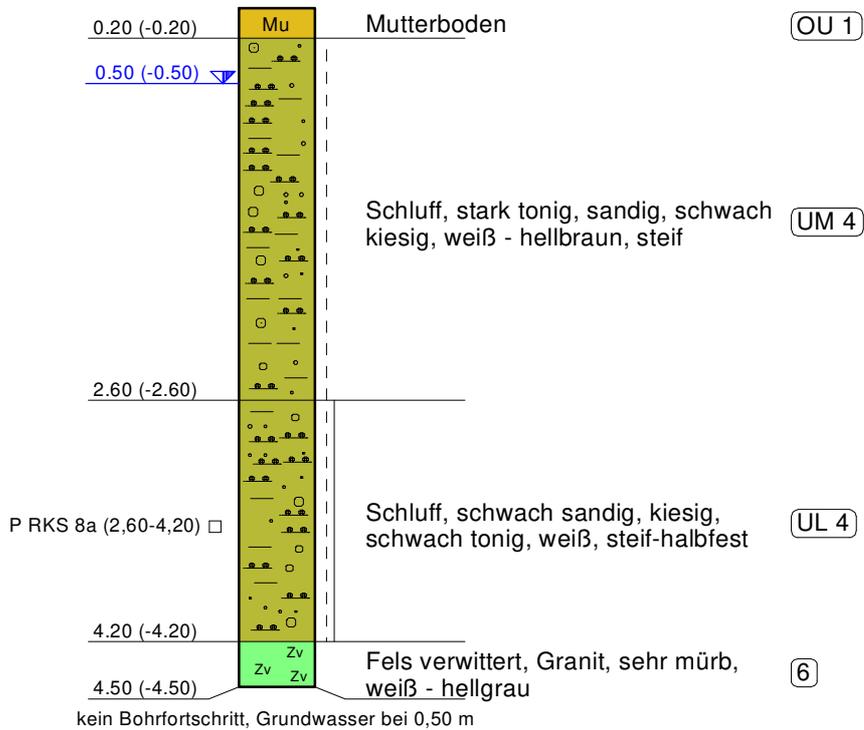
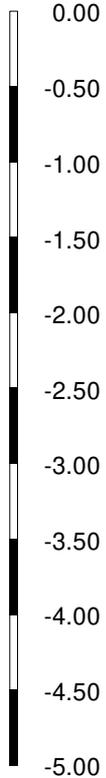
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 8

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524281 ; HW:5525235)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.8

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

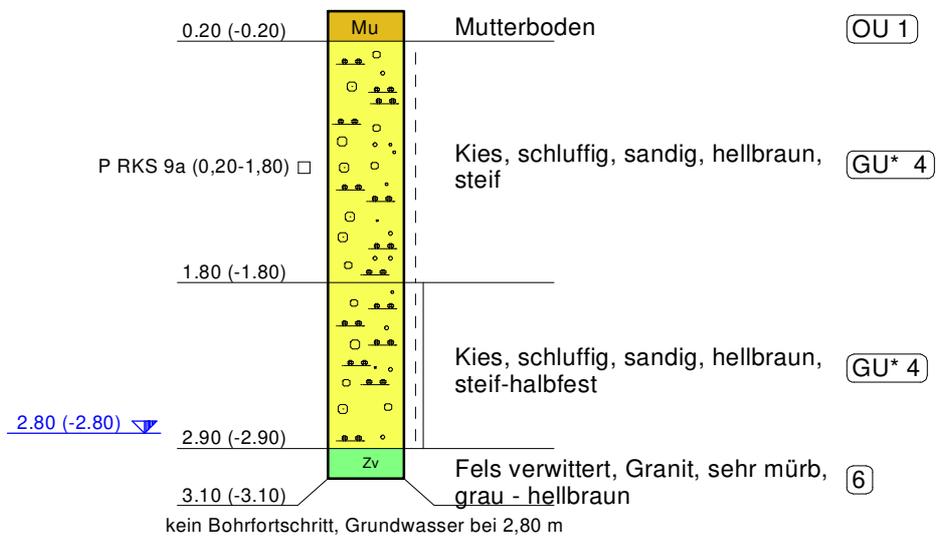
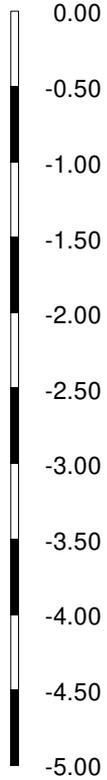
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 9

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524480 ; HW:5525307)

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



Anlage: 3.9

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

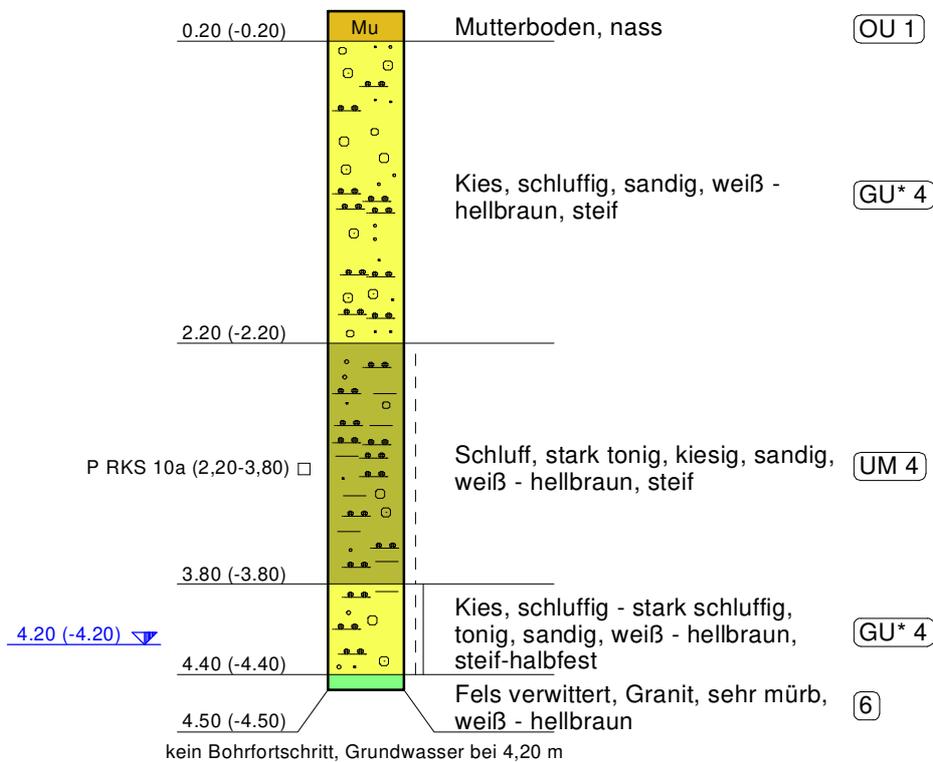
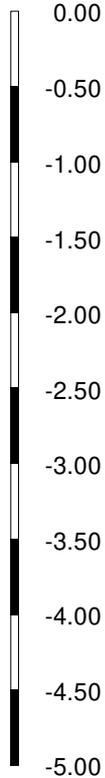
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 10

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524246 ; HW:5525345)

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



Anlage: 3.10

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

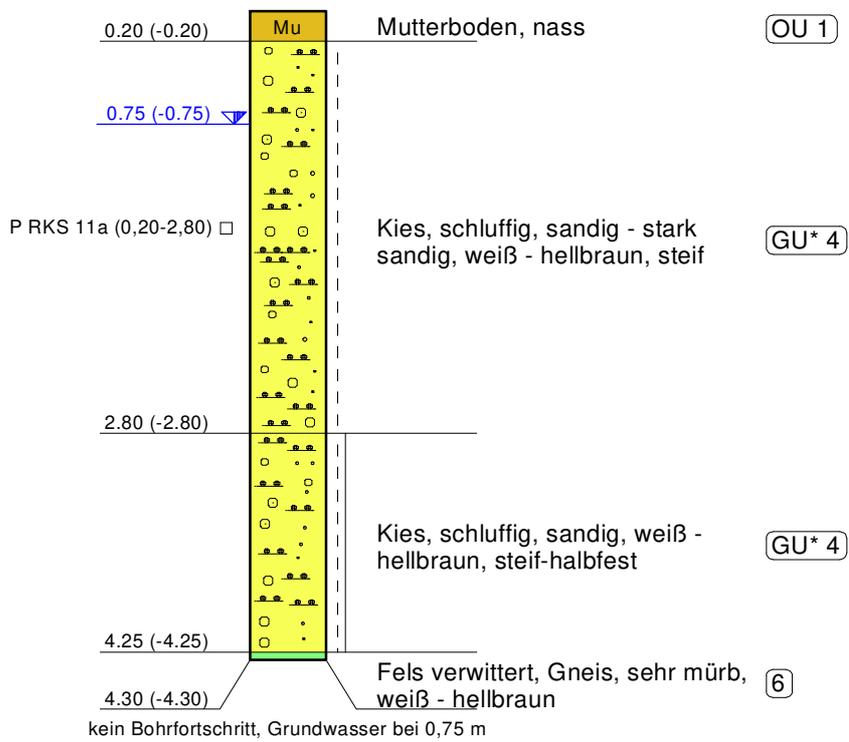
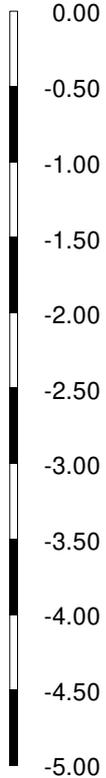
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 11

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:4524222 ; HW:5525455)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.11

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

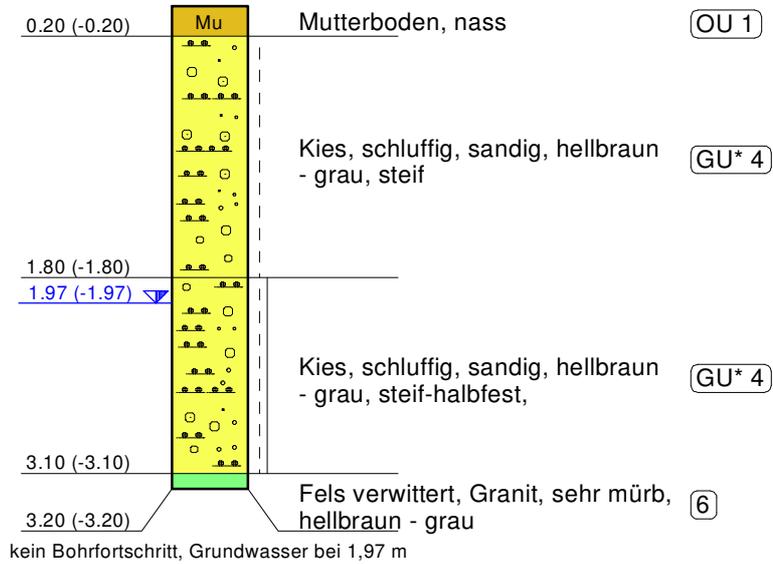
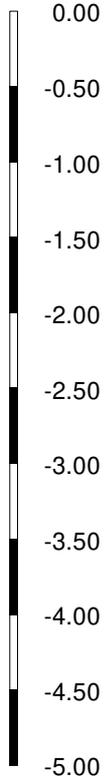
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

RKS 12

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Rammkernsondierung (RW:33308646 ; HW:552670)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.12

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

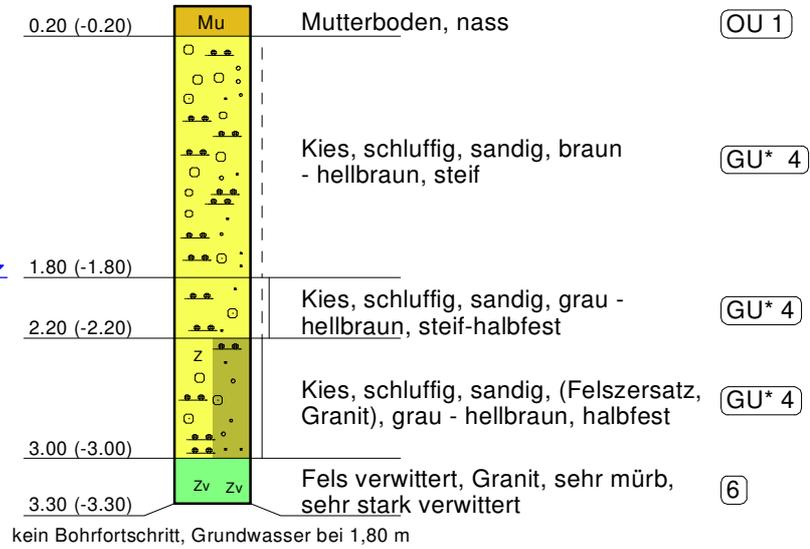
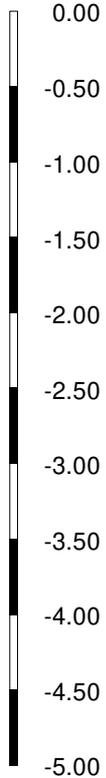
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

Sch 1

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Schurf (RW:4524037 ; HW:5524761)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.13

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

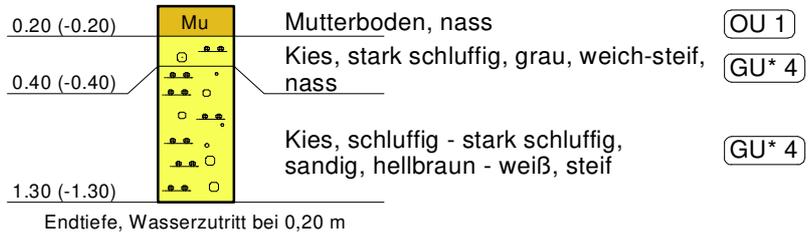
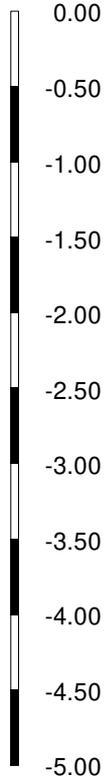
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

Sch 1V

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Versickerungsschurf (RW:4523614 ; HW:5524996)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.14

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

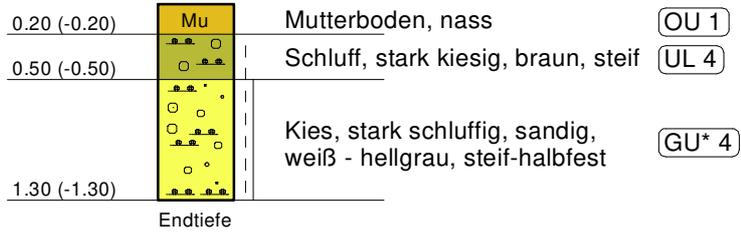
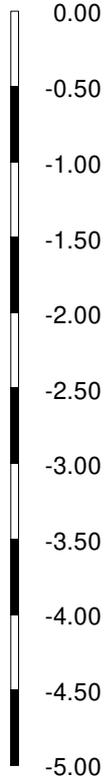
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

Sch 2V

0 m bez. GOK

m bez. GOK



Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler - Baugrunduntersuchung -

Versickerungsschurf (RW:4524100 ; HW:5524762)

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.15

Datum: 14.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



Anlage 4

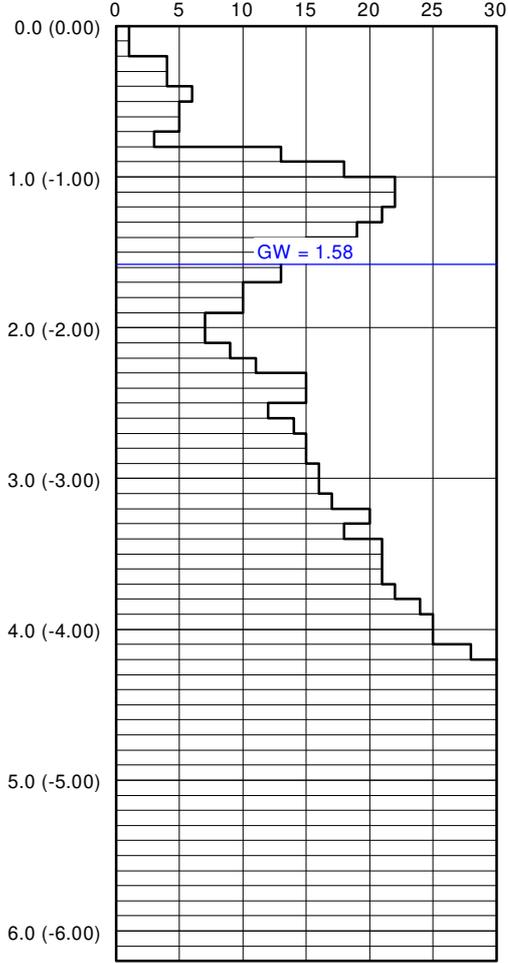
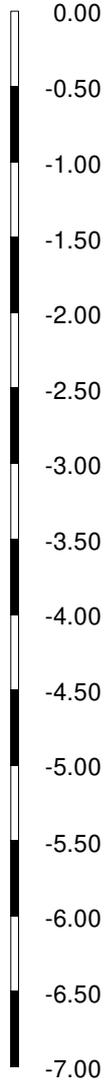
Protokolle der Rammsondierungen

DPL 1

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Endtiefe, Grundwasser bei 1,58 m

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4523589 ; HW:5525150)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.1

Datum: 01.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

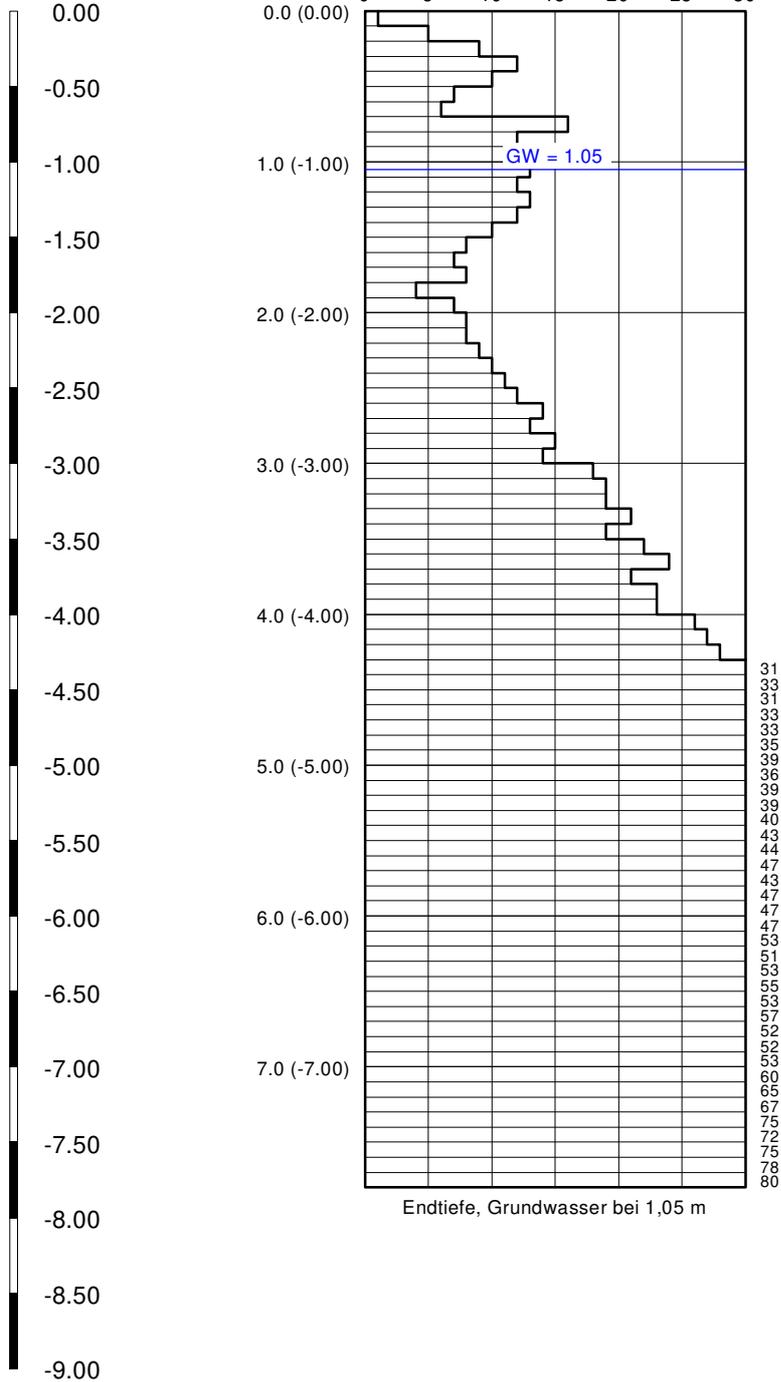
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 2

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	22	7.10	60
0.20	5	3.70	24	7.20	65
0.30	9	3.80	21	7.30	67
0.40	12	3.90	23	7.40	75
0.50	10	4.00	23	7.50	72
0.60	7	4.10	26	7.60	75
0.70	6	4.20	27	7.70	78
0.80	16	4.30	28	7.80	80
0.90	12	4.40	31		
1.00	11	4.50	33		
1.10	13	4.60	31		
1.20	12	4.70	33		
1.30	13	4.80	33		
1.40	12	4.90	35		
1.50	10	5.00	39		
1.60	8	5.10	36		
1.70	7	5.20	39		
1.80	8	5.30	39		
1.90	4	5.40	40		
2.00	7	5.50	43		
2.10	8	5.60	44		
2.20	8	5.70	47		
2.30	9	5.80	43		
2.40	10	5.90	47		
2.50	11	6.00	47		
2.60	12	6.10	47		
2.70	14	6.20	53		
2.80	13	6.30	51		
2.90	15	6.40	53		
3.00	14	6.50	55		
3.10	18	6.60	53		
3.20	19	6.70	57		
3.30	19	6.80	52		
3.40	21	6.90	52		
3.50	19	7.00	53		

Endtiefe, Grundwasser bei 1,05 m

Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, - Baugrunduntersuchung -

Leichte Rammsondierung (RW:4523847 ; HW:5525197)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.2

Datum: 01.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

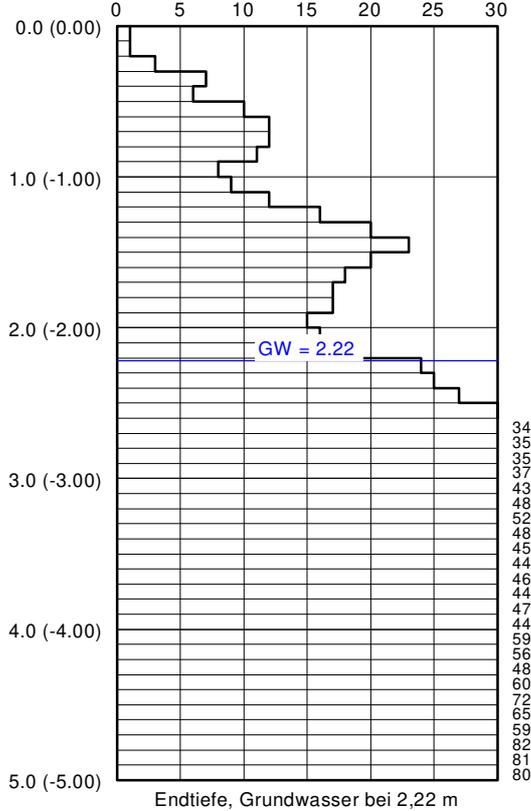
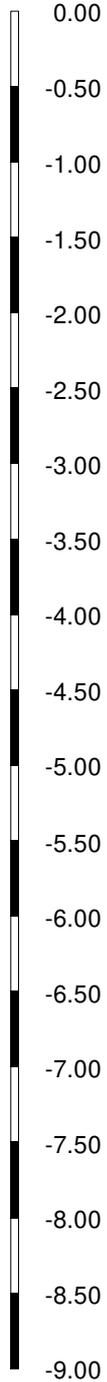
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 3

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	44
0.20	1	3.70	46
0.30	3	3.80	44
0.40	7	3.90	47
0.50	6	4.00	44
0.60	10	4.10	59
0.70	12	4.20	56
0.80	12	4.30	48
0.90	11	4.40	60
1.00	8	4.50	72
1.10	9	4.60	65
1.20	12	4.70	59
1.30	16	4.80	82
1.40	20	4.90	81
1.50	23	5.00	80
1.60	20		
1.70	18		
1.80	17		
1.90	17		
2.00	15		
2.10	16		
2.20	19		
2.30	24		
2.40	25		
2.50	27		
2.60	30		
2.70	34		
2.80	35		
2.90	35		
3.00	37		
3.10	43		
3.20	48		
3.30	52		
3.40	48		
3.50	45		

Endtiefe, Grundwasser bei 2,22 m

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4523814 ; HW:5524966)

Piewak & Partner GmbH
 Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

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

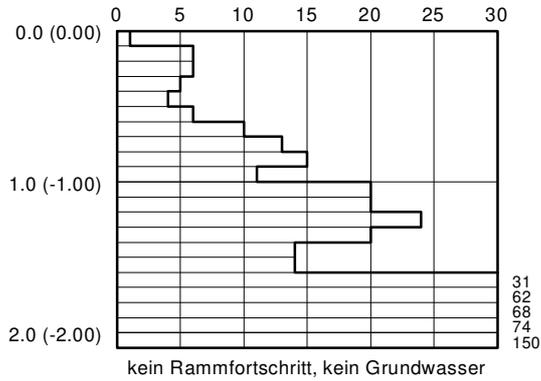
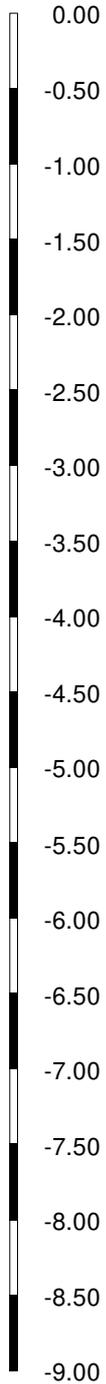
Anlage: 4.3
Datum: 14.07.2021
Projektnummer: 21157
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 4

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	6
0.30	6
0.40	5
0.50	4
0.60	6
0.70	10
0.80	13
0.90	15
1.00	11
1.10	20
1.20	20
1.30	24
1.40	20
1.50	14
1.60	14
1.70	31
1.80	62
1.90	68
2.00	74
2.10	150

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4524170 ; HW:5524821)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 4.4

Datum: 15.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

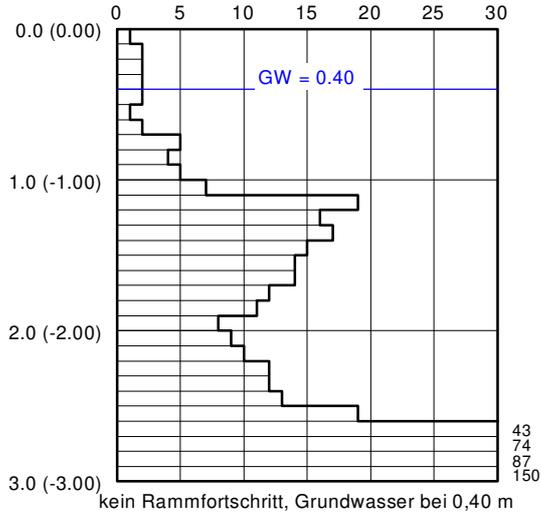
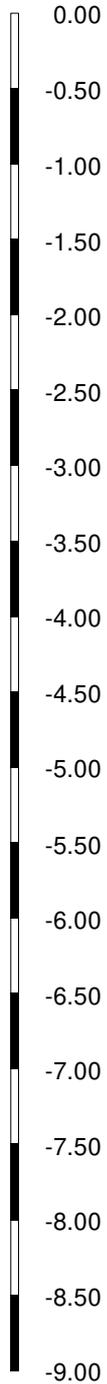
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 5

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	2
0.40	2
0.50	2
0.60	1
0.70	2
0.80	5
0.90	4
1.00	5
1.10	7
1.20	19
1.30	16
1.40	17
1.50	15
1.60	14
1.70	14
1.80	12
1.90	11
2.00	8
2.10	9
2.20	10
2.30	12
2.40	12
2.50	13
2.60	19
2.70	43
2.80	74
2.90	87
3.00	150

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4524324 ; HW:5524956)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 4.5

Datum: 15.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

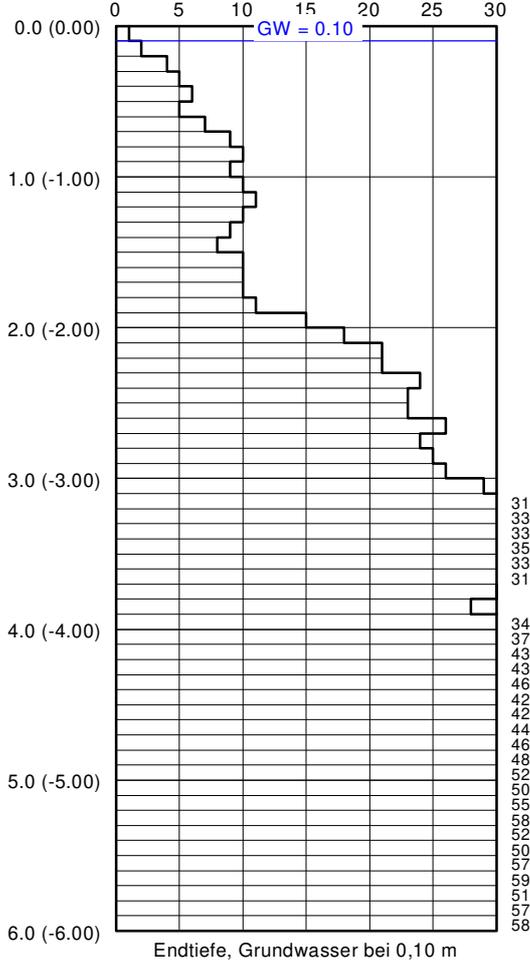
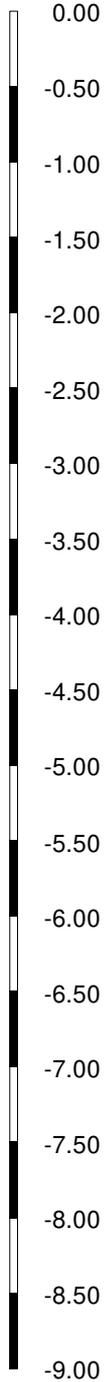
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 6

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Endtiefe, Grundwasser bei 0,10 m

Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	33
0.20	2	3.70	31
0.30	4	3.80	30
0.40	5	3.90	28
0.50	6	4.00	34
0.60	5	4.10	37
0.70	7	4.20	43
0.80	9	4.30	43
0.90	10	4.40	46
1.00	9	4.50	42
1.10	10	4.60	42
1.20	11	4.70	44
1.30	10	4.80	46
1.40	9	4.90	48
1.50	8	5.00	52
1.60	10	5.10	50
1.70	10	5.20	55
1.80	10	5.30	58
1.90	11	5.40	52
2.00	15	5.50	50
2.10	18	5.60	57
2.20	21	5.70	59
2.30	21	5.80	51
2.40	24	5.90	57
2.50	23	6.00	58
2.60	23		
2.70	26		
2.80	24		
2.90	25		
3.00	26		
3.10	29		
3.20	31		
3.30	33		
3.40	33		
3.50	35		

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4524304 ; HW:5525093)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.6

Datum: 15.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

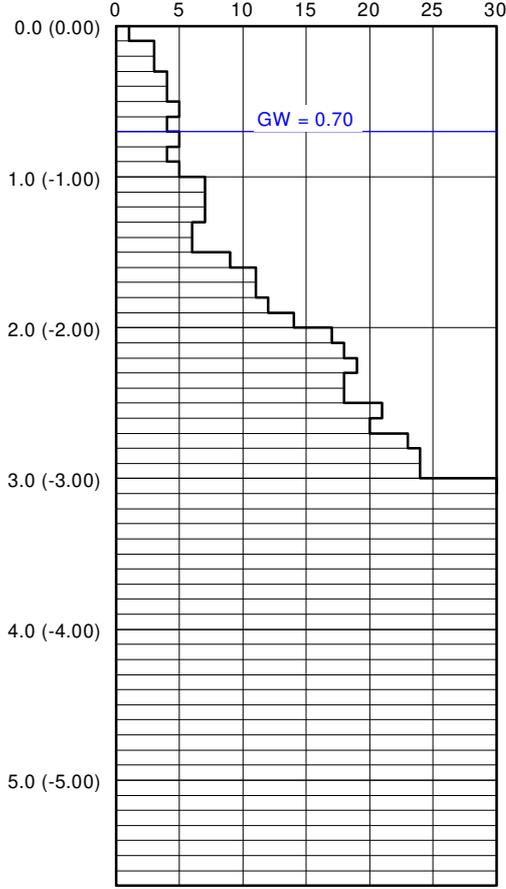
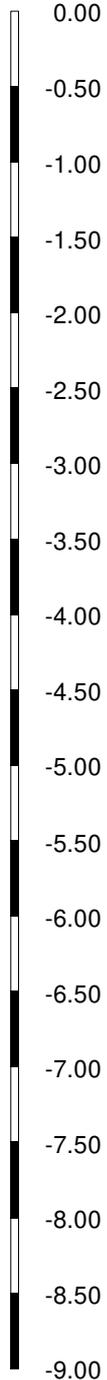
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPL 7

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Endtiefe, Grundwasser bei 0,70 m

Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	80
0.20	3	3.70	46
0.30	3	3.80	42
0.40	4	3.90	42
0.50	4	4.00	41
0.60	5	4.10	48
0.70	4	4.20	45
0.80	5	4.30	37
0.90	4	4.40	43
1.00	5	4.50	52
1.10	7	4.60	52
1.20	7	4.70	57
1.30	7	4.80	63
1.40	6	4.90	57
1.50	6	5.00	53
1.60	9	5.10	77
1.70	11	5.20	94
1.80	11	5.30	75
1.90	12	5.40	59
2.00	14	5.50	69
2.10	17	5.60	90
2.20	18	5.70	86
2.30	19		
2.40	18		
2.50	18		
2.60	21		
2.70	20		
2.80	23		
2.90	24		
3.00	24		
3.10	30		
3.20	31		
3.30	45		
3.40	33		
3.50	51		

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Leichte Rammsondierung (RW:4524339 ; HW:5525362)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.7

Datum: 15.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:50

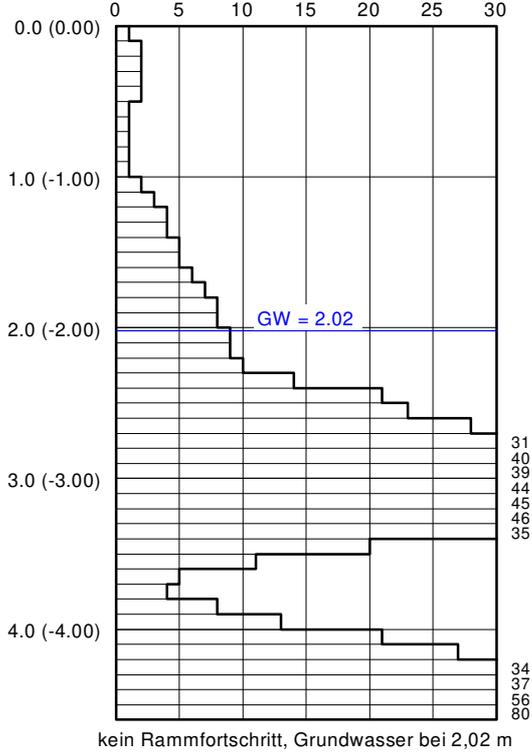
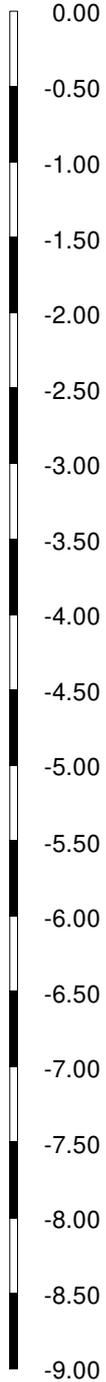
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPH 1

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	11
0.20	2	3.70	5
0.30	2	3.80	4
0.40	2	3.90	8
0.50	2	4.00	13
0.60	1	4.10	21
0.70	1	4.20	27
0.80	1	4.30	34
0.90	1	4.40	37
1.00	1	4.50	56
1.10	2	4.60	80
1.20	3		
1.30	4		
1.40	4		
1.50	5		
1.60	5		
1.70	6		
1.80	7		
1.90	8		
2.00	8		
2.10	9		
2.20	9		
2.30	10		
2.40	14		
2.50	21		
2.60	23		
2.70	28		
2.80	31		
2.90	40		
3.00	39		
3.10	44		
3.20	45		
3.30	46		
3.40	35		
3.50	20		

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Schwere Rammsondierung (RW:4523673 ; HW:5525245)

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



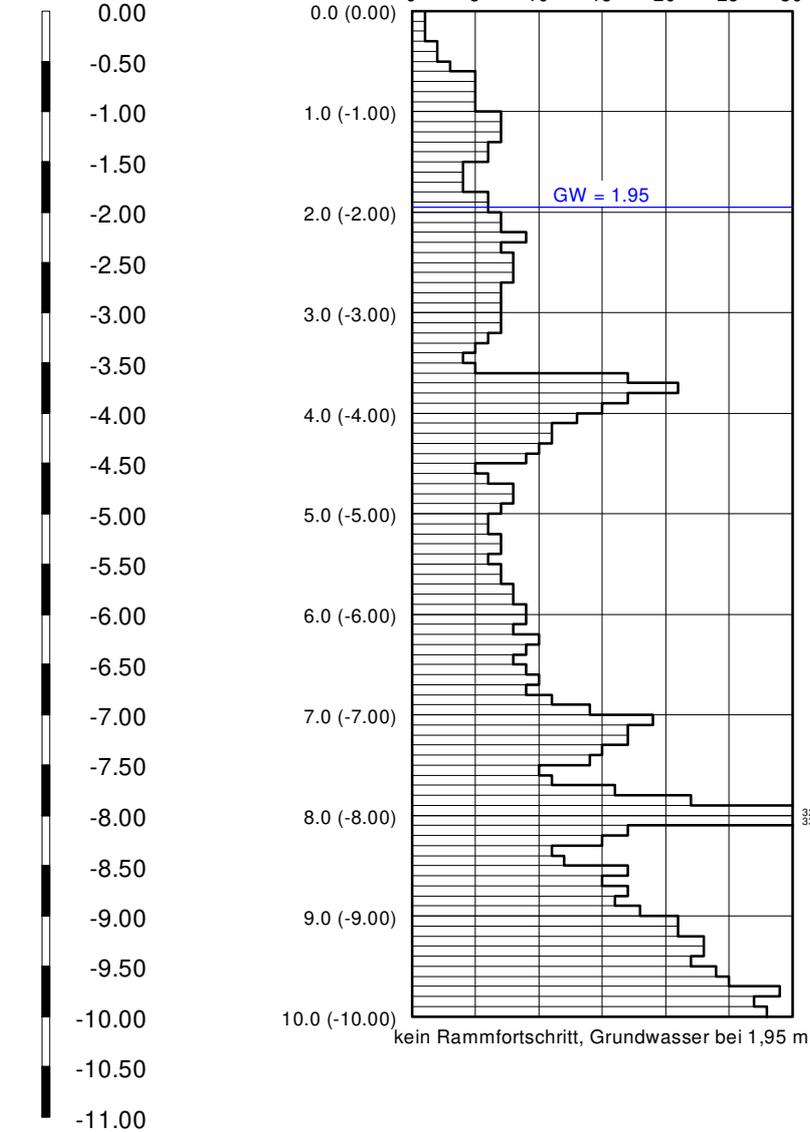
Anlage: 4.8
Datum: 01.07.2021
Projektnummer: 21157
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPH 2

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	3.60	5	7.10	19
0.20	1	3.70	17	7.20	17
0.30	1	3.80	21	7.30	17
0.40	2	3.90	17	7.40	15
0.50	2	4.00	15	7.50	14
0.60	3	4.10	13	7.60	10
0.70	5	4.20	11	7.70	11
0.80	5	4.30	11	7.80	16
0.90	5	4.40	10	7.90	22
1.00	5	4.50	9	8.00	32
1.10	7	4.60	5	8.10	33
1.20	7	4.70	6	8.20	17
1.30	7	4.80	8	8.30	15
1.40	6	4.90	8	8.40	11
1.50	6	5.00	7	8.50	12
1.60	4	5.10	6	8.60	17
1.70	4	5.20	6	8.70	15
1.80	4	5.30	7	8.80	17
1.90	6	5.40	7	8.90	16
2.00	6	5.50	6	9.00	18
2.10	7	5.60	7	9.10	21
2.20	7	5.70	7	9.20	21
2.30	9	5.80	8	9.30	23
2.40	7	5.90	8	9.40	23
2.50	8	6.00	9	9.50	22
2.60	8	6.10	9	9.60	24
2.70	8	6.20	8	9.70	25
2.80	7	6.30	10	9.80	29
2.90	7	6.40	9	9.90	27
3.00	7	6.50	8	10.00	28
3.10	7	6.60	9	10.10	63
3.20	7	6.70	10	10.20	80
3.30	6	6.80	9		
3.40	5	6.90	11		
3.50	4	7.00	14		

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Schwere Rammsondierung (RW:4523727 ; HW:5525115)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.9

Datum: 01.07.2021

Projektnummer: 21157

Maßstab vert.: 1:75

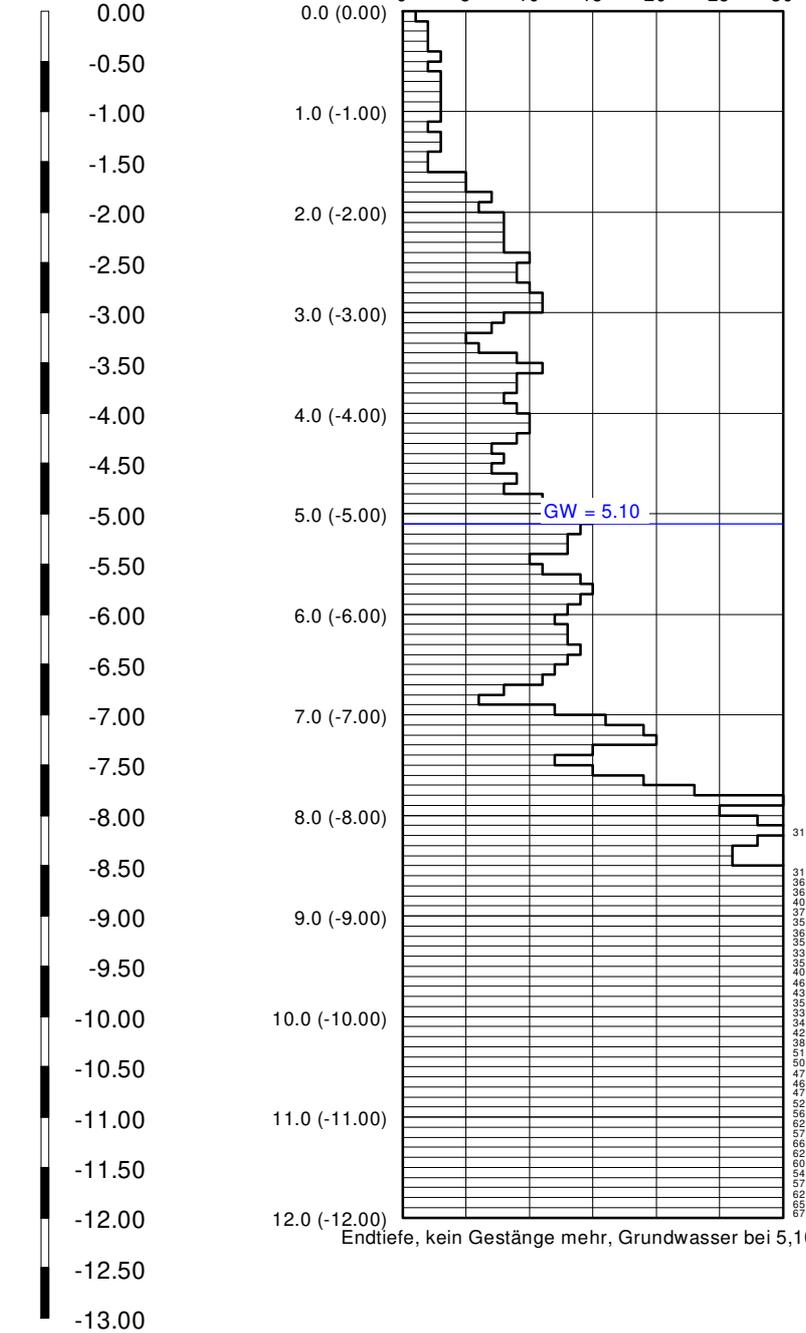
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPH 3

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m bez. GOK



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	15	10.10	34
0.20	2	5.20	14	10.20	42
0.30	2	5.30	13	10.30	38
0.40	2	5.40	13	10.40	51
0.50	3	5.50	10	10.50	50
0.60	2	5.60	11	10.60	47
0.70	3	5.70	14	10.70	46
0.80	3	5.80	15	10.80	47
0.90	3	5.90	14	10.90	52
1.00	3	6.00	13	11.00	56
1.10	3	6.10	12	11.10	62
1.20	2	6.20	13	11.20	57
1.30	3	6.30	13	11.30	66
1.40	3	6.40	14	11.40	62
1.50	2	6.50	13	11.50	60
1.60	2	6.60	12	11.60	54
1.70	5	6.70	11	11.70	57
1.80	5	6.80	8	11.80	62
1.90	7	6.90	6	11.90	65
2.00	6	7.00	12	12.00	67
2.10	8	7.10	16		
2.20	8	7.20	19		
2.30	8	7.30	20		
2.40	8	7.40	15		
2.50	10	7.50	12		
2.60	9	7.60	15		
2.70	9	7.70	19		
2.80	10	7.80	23		
2.90	11	7.90	30		
3.00	11	8.00	25		
3.10	8	8.10	28		
3.20	7	8.20	31		
3.30	5	8.30	28		
3.40	6	8.40	26		
3.50	9	8.50	26		
3.60	11	8.60	31		
3.70	9	8.70	36		
3.80	9	8.80	36		
3.90	8	8.90	40		
4.00	9	9.00	37		
4.10	10	9.10	35		
4.20	10	9.20	36		
4.30	9	9.30	35		
4.40	7	9.40	33		
4.50	8	9.50	35		
4.60	7	9.60	40		
4.70	9	9.70	46		
4.80	8	9.80	43		
4.90	11	9.90	35		
5.00	13	10.00	33		

Endtiefe, kein Gestänge mehr, Grundwasser bei 5,10 m,

Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, - Baugrunduntersuchung -

Schwere Rammsondierung (RW:4523924 ; HW:5524802)

Piewak & Partner GmbH

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.10

Datum: 29.06.2021

Projektnummer: 21157

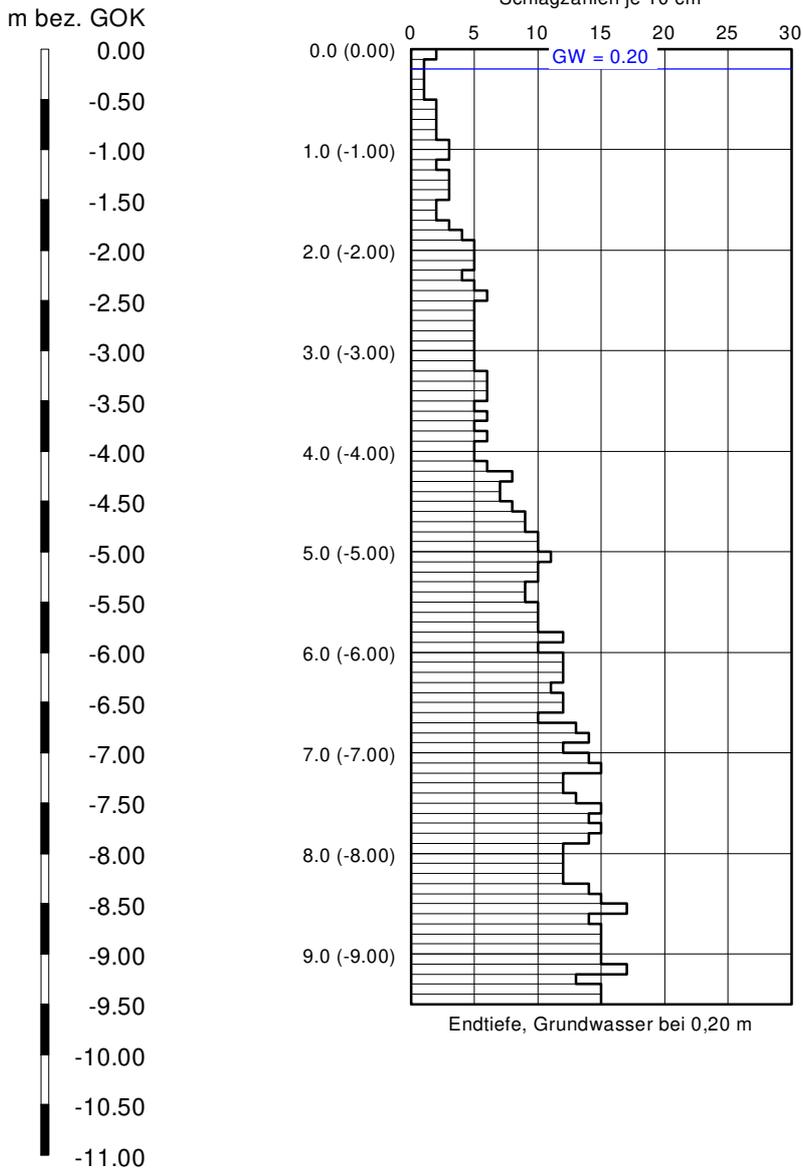
Maßstab vert.: 1:75

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

DPH 4

0 m bez. GOK

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	3.60	5	7.10	14
0.20	1	3.70	6	7.20	15
0.30	1	3.80	5	7.30	12
0.40	1	3.90	6	7.40	12
0.50	1	4.00	5	7.50	13
0.60	2	4.10	5	7.60	15
0.70	2	4.20	6	7.70	14
0.80	2	4.30	8	7.80	15
0.90	2	4.40	7	7.90	14
1.00	3	4.50	7	8.00	12
1.10	3	4.60	8	8.10	12
1.20	2	4.70	9	8.20	12
1.30	3	4.80	9	8.30	12
1.40	3	4.90	10	8.40	14
1.50	3	5.00	10	8.50	15
1.60	2	5.10	11	8.60	17
1.70	2	5.20	10	8.70	14
1.80	3	5.30	10	8.80	15
1.90	4	5.40	9	8.90	15
2.00	5	5.50	9	9.00	15
2.10	5	5.60	10	9.10	15
2.20	5	5.70	10	9.20	17
2.30	4	5.80	10	9.30	13
2.40	5	5.90	12	9.40	15
2.50	6	6.00	10	9.50	15
2.60	5	6.10	12		
2.70	5	6.20	12		
2.80	5	6.30	12		
2.90	5	6.40	11		
3.00	5	6.50	12		
3.10	5	6.60	12		
3.20	5	6.70	10		
3.30	6	6.80	13		
3.40	6	6.90	14		
3.50	6	7.00	12		

**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler,
- Baugrunduntersuchung -**

Schwere Rammsondierung (RW:4524406 ; HW:5525219)

Piewak & Partner GmbH
 Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

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

Anlage: 4.11

Datum: 01.07.2021

Projektnummer: 21157

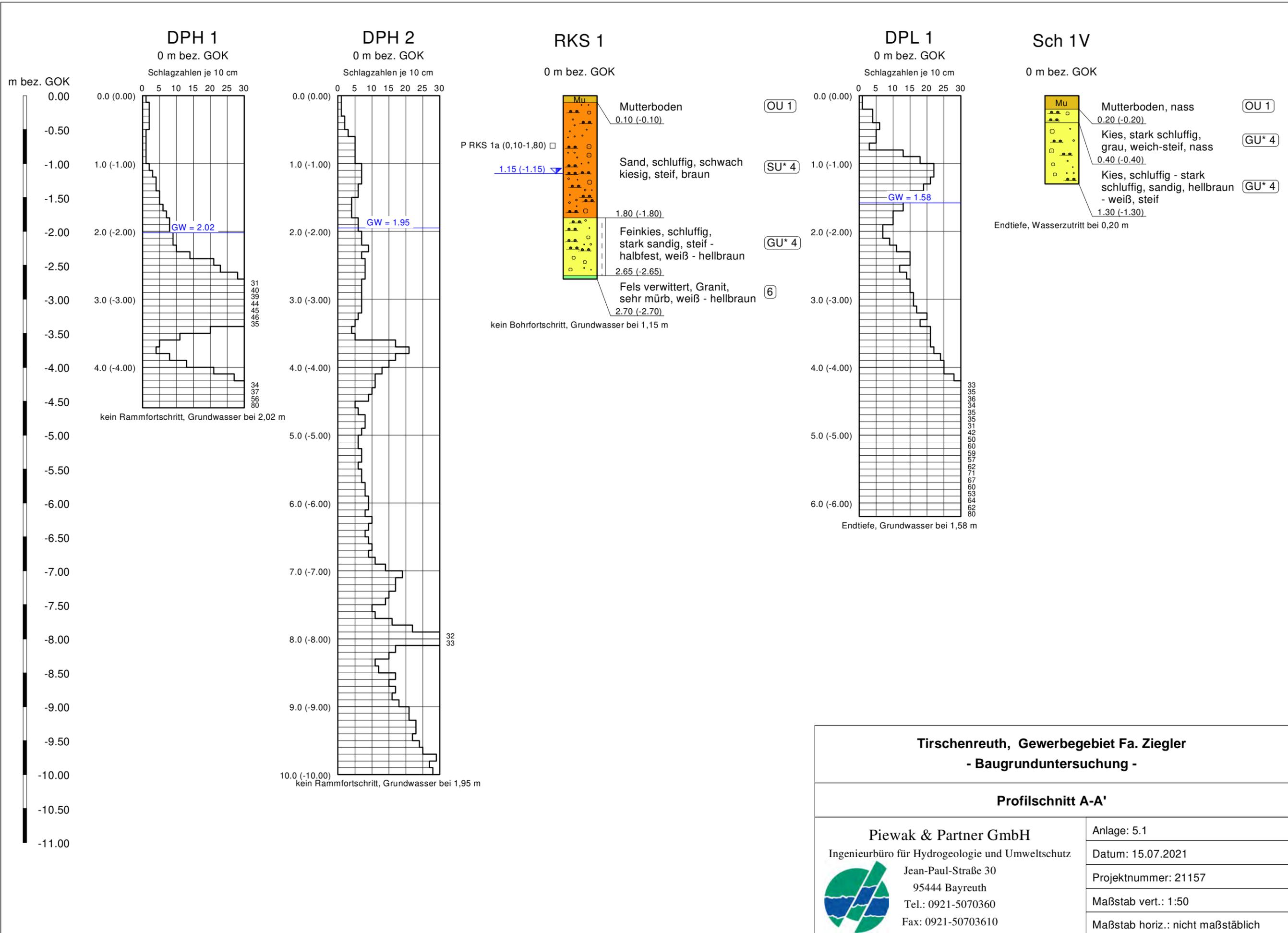
Maßstab vert.: 1:75

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



Anlage 5

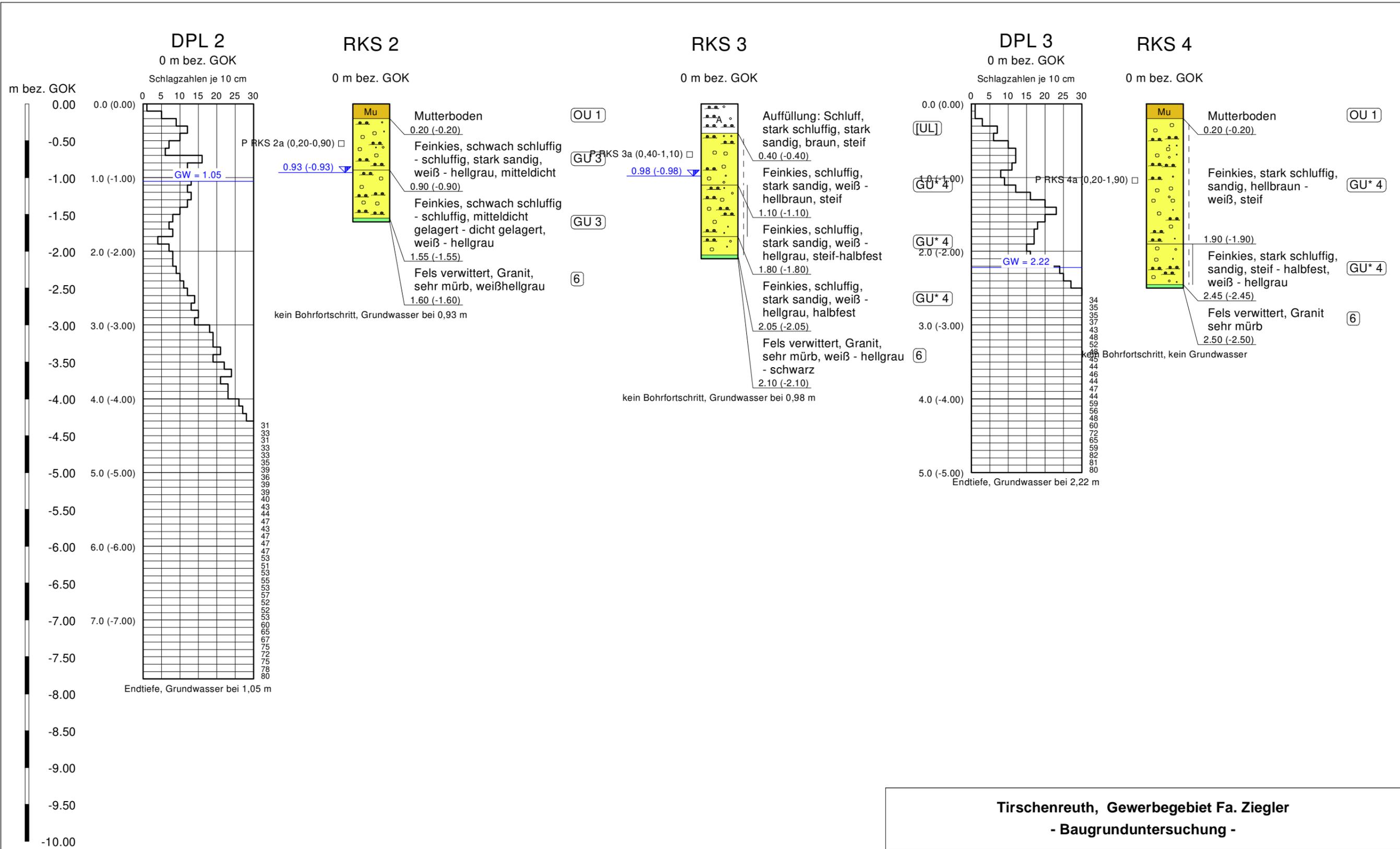
Darstellung der Profilschnitte



**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Baugrunduntersuchung -**

Profilschnitt A-A'

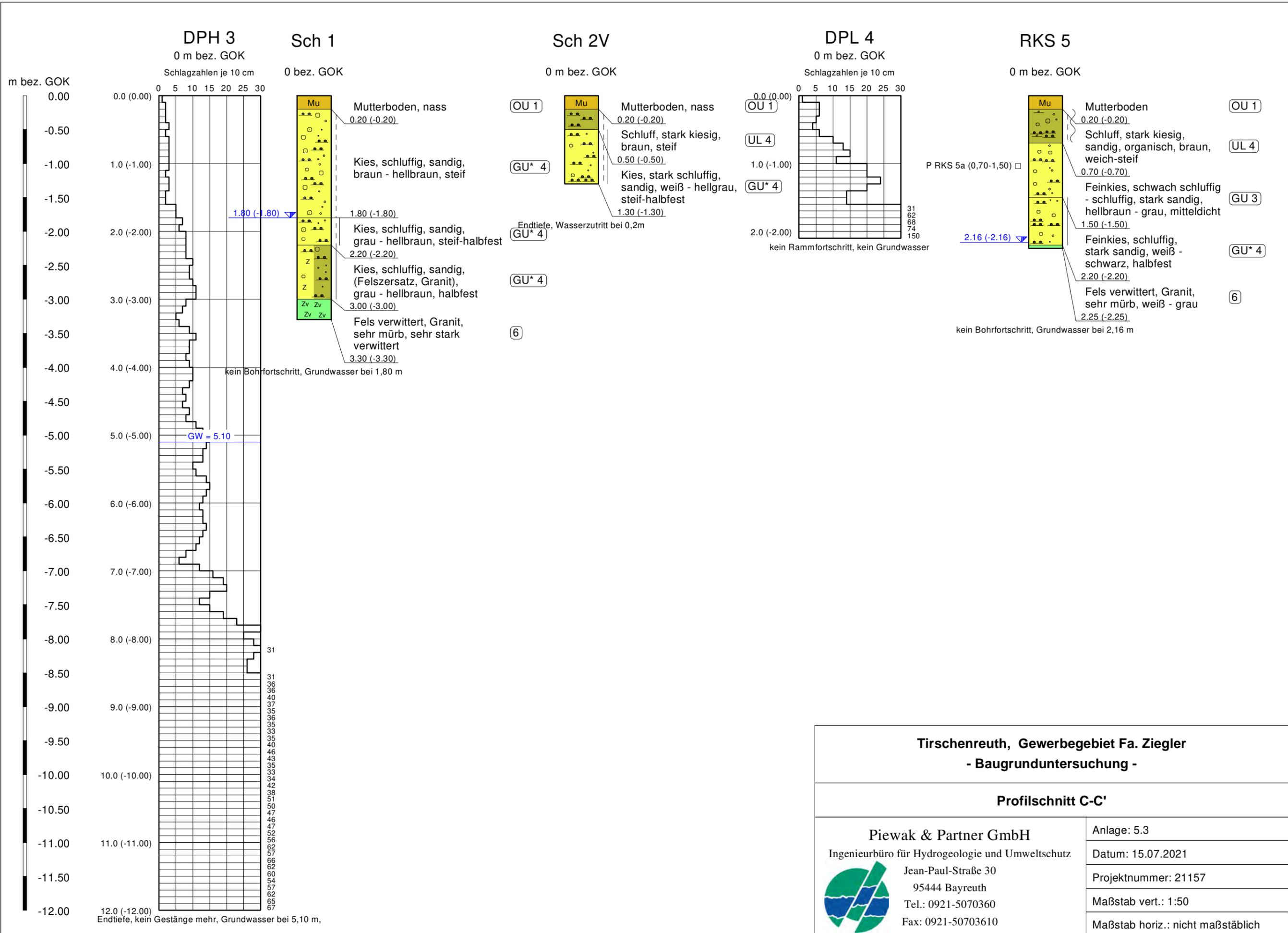
<p>Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz</p>  <p>Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610</p>	Anlage: 5.1
	Datum: 15.07.2021
	Projektnummer: 21157
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Baugrunduntersuchung -**

Profilschnitt B-B'

Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610	Anlage: 5.2
	Datum: 15.07.2021
	Projektnummer: 21157
	Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	



**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Baugrunduntersuchung -**

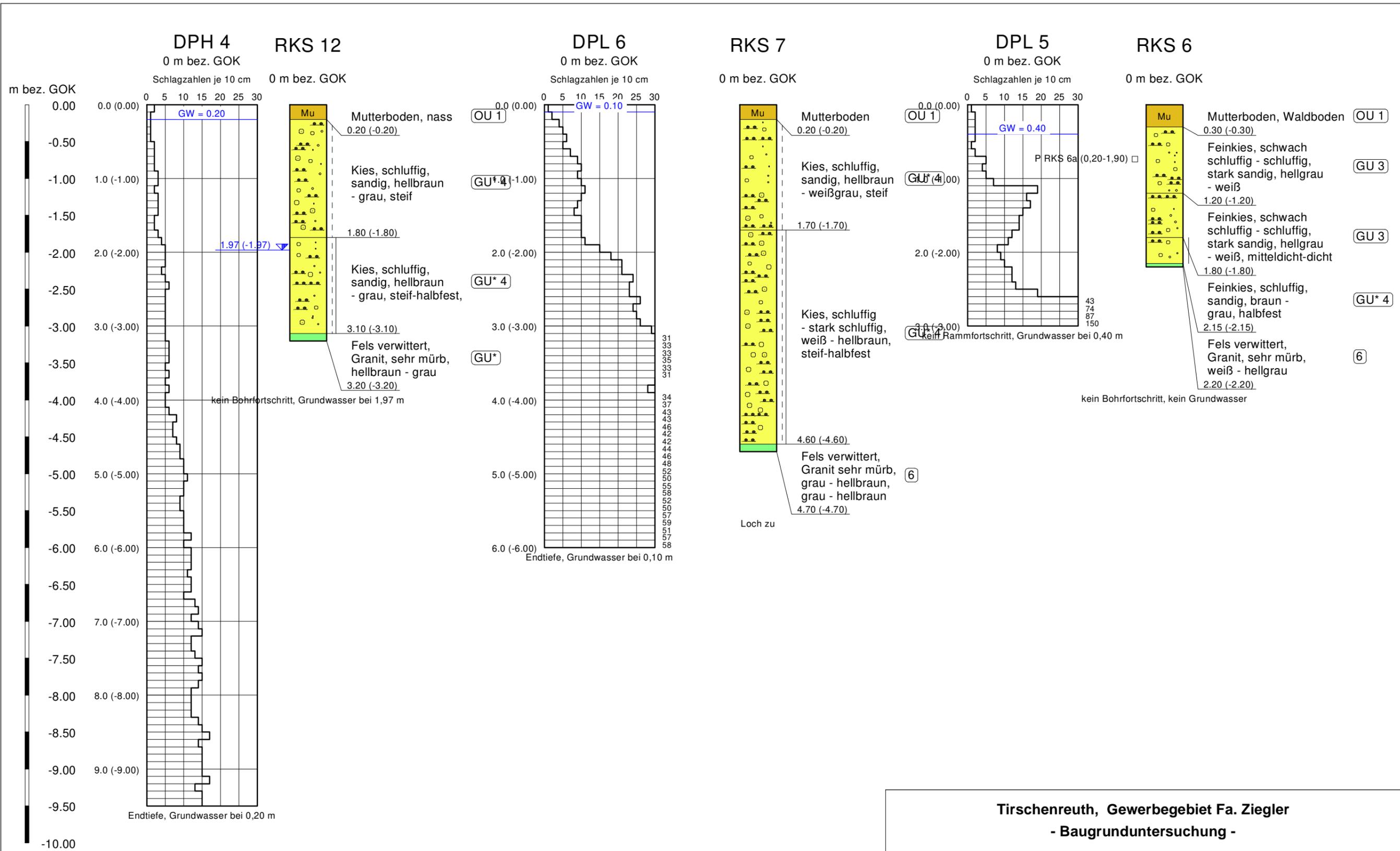
Profilschnitt C-C'

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

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

Anlage: 5.3
Datum: 15.07.2021
Projektnummer: 21157
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

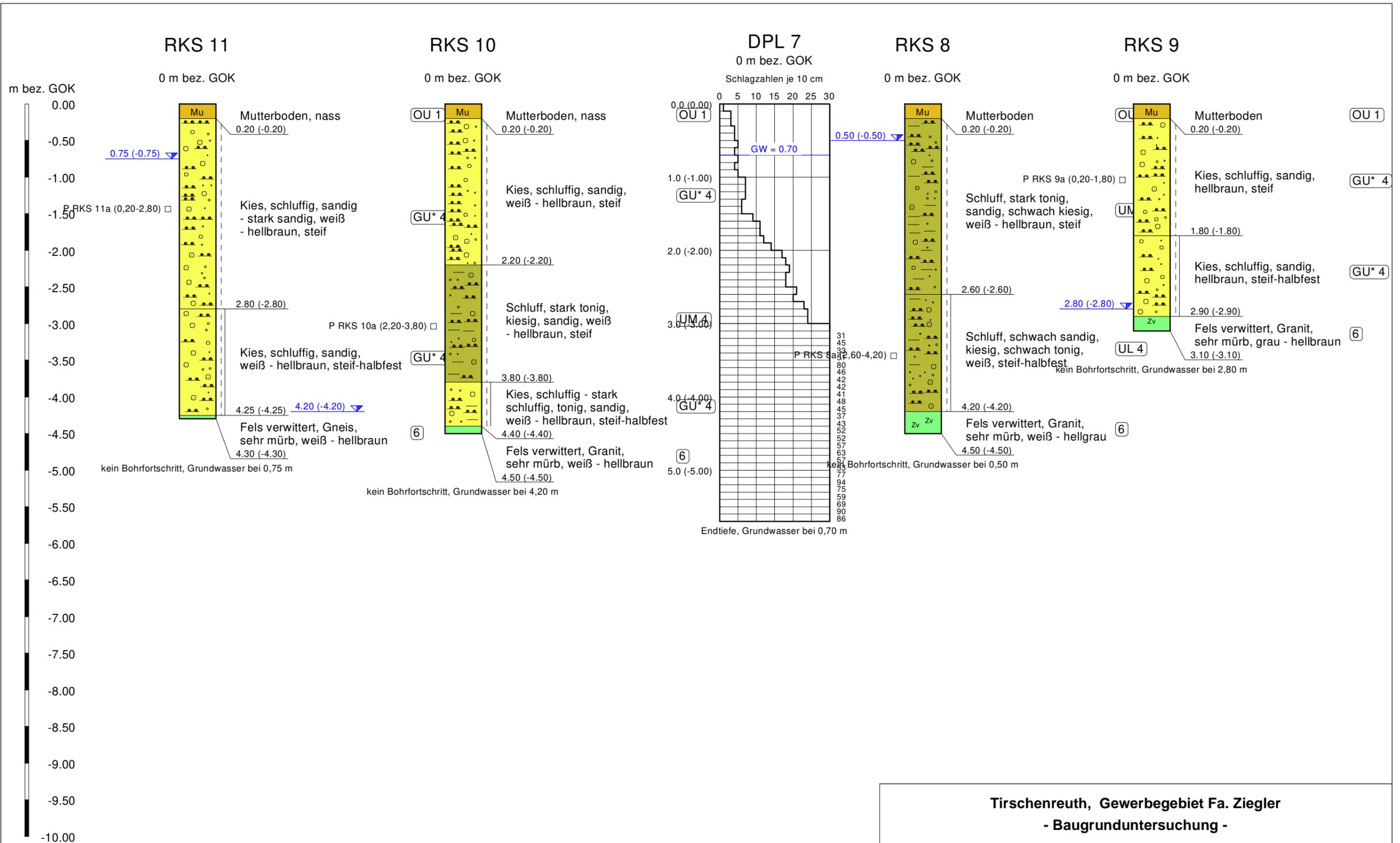




**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Baugrunduntersuchung -**

Profilschnitt D-D'

<p align="center">Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz</p>  <p>Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610</p>	Anlage: 5.4
	Datum: 15.07.2021
	Projektnummer: 21157
	Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	



**Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler
- Baugrunduntersuchung -**

Profilschnitt E-E'

<p>Piewak & Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz</p> <p>Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610</p>	Anlage: 5.5
	Datum: 15.07.2021
	Projektnummer: 21157
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



Anlage 6

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes



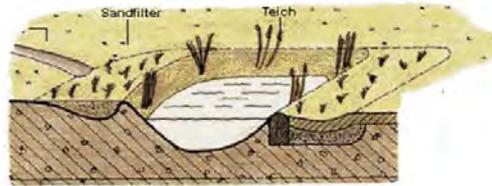
Formblatt für Sickertest

Anlage	6 a)		
Projekt	Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, Baugrunduntersuchung		
Projekt-Nr.:	21157		
Bearbeiter	Christoph Marquardt		
Versuchs- durchführung	14.07.2021		
Bezeichnung	Sch2 V		
Ort	Tirschenreuth	Flur-Nr.:	siehe Lageplan
Stadt/Gemeinde	Tirschenreuth		
Landkreis	Tirschenreuth		
Lage der Schürfgrube im Grundstück: siehe Lageplan (Anlage 2)			
Schürfgrube			
Länge (m):	2,50	Breite (m):	1,00
Tiefe (m):	1,30		
Fläche (qm):	2,50		
Angetroffene Schichten: siehe Schichtenprofil in Anlage 3 und 5			
Versickerungshorizont:			
Sickertest			
Sättigungsdauer des Untergrundes vor Beginn der Messung:		15 min	
Beginn der Messung	10:05 Uhr		
Ende der Messung	10:45 Uhr		
Messzeitraum	40 min		
Wasserstand zu Beginn der Messung (bez. Schurfsohle)	0,630 m		
Wasserstand am Ende der Messung (bez. Schurfsohle)	0,620 m		
Absenkungsbetrag	0,01 m		
Absenkzeit in m je 15 min	0,0038		
Absenkzeit in cm je 15 min	0,38		
spezifische Absenkzeit in min/cm	40,00		
Wertung des Ergebnisses	siehe Anlage 6 b) "Berechnung der Sickerrate"		
Unterschrift			



Berechnung der Sickerrate aus einem Sickertest

nach DWA-Arbeitsblatt A 138



Anlage	6 b)
Projekt	Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, Baugrunduntersuchung
Projekt-Nr.:	21157
Bearbeiter	Christoph Marquardt
Sickertest-Daten	siehe Formblatt für Sickertest
Versuchsdurchführung	14.07.2021
Bezeichnung	Sch2 V

siehe Schichtenprofil in Anlage 3 und 5

Hydraulisches Gefälle I

l_s (Abstand Schurfsohle-GW-Spiegel, in m)	2
z (Höhe Wasserspiegel im Schurf, in m)	0,433
I	1,097575

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

Versickerungsrate Q

$A_{s,w}$ (Versickerungsfläche, qm)	2,50
s (durchschnittliche Absenkung in m in 15 min)	0,0038
s (durchschnittliche Absenkung in cm in 15 min)	0,38
Q m³/s	1,04E-05
Q in l/s	1,04E-02
Q in m³/d	9,00E-01
Q in l/d	900

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

Filtergeschwindigkeit $v_{f,u}$

4,17E-06 m/s

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

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

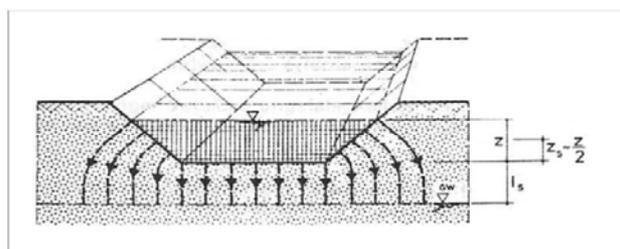
3,80E-06 m/s

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

Wasserdurchlässigkeitswert k_f der gesättigten Zone

7,59E-06 m/s

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



Darstellung der Parameter l_s und z nach DWA A138



Anlage 7

Prüfberichte der chemischen Untersuchungen

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnereutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro f. Hydrogeologie
und Umweltschutz
Jean-Paul-Str. 30
95444 Bayreuth

Prüfbericht 5416551
Auftrags Nr. 5872480
Kunden Nr. 5280600

Frau Tanja Mayr-Kießling
Telefon +49 921/53049-34
Fax +49 921/53049-35
TANJA.MAYR-KIESSLING@SGS.COM



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Oberkonnereutherstr. 3
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 18.08.2021

Ihr Auftrag/Projekt: 21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 05.08.2021

Probeneingang Standort Bayreuth: 10.08.2021 10:10 Uhr
Ansprechpartner: Christoph Marquardt

Prüfzeitraum von 11.08.2021 bis 13.08.2021
erste laufende Probenummer 210915928
Probeneingang am 10.08.2021

Probenaufbereitung und Analytik erfolgten gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung in der aktuell gültigen Fassung. Die Aufbereitungsschritte ab Anlieferung Labor wurden ordnungsgemäß in einem Probenbegleitprotokoll dokumentiert; Protokoll siehe Anlage.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Tanja Mayr-Kießling
Customer Service

i.A. Irena Bock
Customer Service

Seite 1 von 3

Proben von Ihnen gebracht		Matrix: Feststoff			
Probennummer		210915928	210915929		
Bezeichnung		P RKS 4a	P RKS 8a		
Eingangsdatum:		10.08.2021	10.08.2021		
Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	86,2	80,7	0,1	DIN EN 14346 HE
Glühverlust 550°C	Masse-% TR	0,5	0,3	0,1	DIN EN 15169 HE
TOC	Masse-% TR	0,2	< 0,1	0,1	DIN EN 15936 HE
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Masse-% TR	< 0,003	0,011	0,003	LAGA KW 04 HE
Eluatuntersuchungen :					
Eluatansatz					DIN EN 12457-4 HE
DOC	mg/l	1,6	1,0	0,5	DIN EN 1484 HE
Fluorid	mg/l	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10304-1 HE
Cyanide, l.f.	mg/l	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN EN ISO 14403-2 HE
Gesamtgehalt gelöster Stoffe	mg/l	40	41	10	DIN EN 15216 HE
Metalle im Eluat :					
Antimon	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 HE
Barium	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885 HE
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885 HE
Selen	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885 HE
Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):					
DIN EN 12457-4	2003-01				
DIN EN 14346	2007-03				
DIN EN 1484	2019-04				
DIN EN 15169	2007-05				
DIN EN 15216	2008-01				
DIN EN 15936	2012-11				
DIN EN ISO 10304-1	2009-07				
DIN EN ISO 11885	2009-09				
DIN EN ISO 14403-2	2012-10				
DIN EN ISO 17294-2	2014-12				
LAGA KW 04	2009				

21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler

Prüfbericht Nr. 5416551
Auftrag Nr. 5872480

Seite 3 von 3
18.08.2021

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnersreutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

Piewak & Partner GmbH
Ingenieurbüro f. Hydrogeologie
und Umweltschutz
Jean-Paul-Str. 30
95444 Bayreuth

Prüfbericht 5416752
Auftrags Nr. 5872480
Kunden Nr. 5280600

Frau Tanja Mayr-Kießling
Telefon +49 921/53049-34
Fax +49 921/53049-35
TANJA.MAYR-KIESSLING@SGS.COM



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Oberkonnersreutherstr. 3
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 18.08.2021

Ihr Auftrag/Projekt: 21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 05.08.2021

Probeneingang Standort Bayreuth: 10.08.2021 10:10 Uhr
Ansprechpartner: Christoph Marquardt

Prüfzeitraum von 11.08.2021 bis 16.08.2021
erste laufende Probenummer 210915928
Probeneingang am 10.08.2021

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Tanja Mayr-Kießling
Customer Service

i.A. Irena Bock
Customer Service

Seite 1 von 5

Proben von Ihnen gebracht		Matrix: Feststoff			
Probennummer		210915928	210915929		
Bezeichnung		P RKS 4a	P RKS 8a		
Eingangsdatum:		10.08.2021	10.08.2021		
Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	86,2	80,7	0,1	DIN EN 14346 HE
pH-Wert (CaCl ₂)		3,9	4,3		ISO 10390 HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380 HE
Metalle im Feststoff :					
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 HE
Arsen	mg/kg TR	5	< 2	2	DIN EN ISO 11885 HE
Blei	mg/kg TR	11	24	2	DIN EN ISO 11885 HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 HE
Chrom	mg/kg TR	6	2	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kupfer	mg/kg TR	4	3	1	DIN EN ISO 11885 HE
Nickel	mg/kg TR	3	< 1	1	DIN EN ISO 11885 HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483 HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2 HE
Zink	mg/kg TR	16	5	1	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	< 10	10	DIN EN 14039 HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38414-17 HE
LHKW Headspace :					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155 HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-	-		HE

21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler

Prüfbericht Nr. 5416752
Auftrag Nr. 5872480

Seite 3 von 5
18.08.2021

Probennummer	210915928	210915929				
Bezeichnung	P RKS 4a	P RKS 8a				

BTEX Headspace :

Substanz	Einheit	210915928	210915929	Limit	Norm	Ergebnis
Benzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-	-		DIN EN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	-	-			HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Summe BTEX n. BBodSchV	mg/kg TR	-	-			HE

PAK (EPA) :

Substanz	Einheit	210915928	210915929	Limit	Norm	Ergebnis
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-		DIN ISO 18287	HE

PCB :

Substanz	Einheit	210915928	210915929	Limit	Norm	Ergebnis
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-	-			HE

21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler

Prüfbericht Nr. 5416752
Auftrag Nr. 5872480

Seite 4 von 5
18.08.2021

Probennummer	210915928	210915929
Bezeichnung	P RKS 4a	P RKS 8a

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert	5,4	7,0		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm	12	18	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid mg/l	0,5	0,8	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat mg/l	2	2	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges. mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf. mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

Metalle im Eluat :

Arsen mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber mg/l	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Thallium mg/l	< 0,0005	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38414-17	1981-05
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-10
DIN EN ISO 17294-2	2014-12
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN EN ISO 22155	2016-07
DIN ISO 18287	2006-05
ISO 10390	2005-02

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

21157 Tirschenreuth, Fa. Ziegler

Prüfbericht Nr. 5416752
Auftrag Nr. 5872480

Seite 5 von 5
18.08.2021

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).



Nummer der Feldprobe:
Tag und Uhrzeit der Probenahme:
Probenahmeprotokoll-Nr:

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Untersuchung auf folgende Parameter:	physikalische	<input type="checkbox"/>	Verjüngung:	fraktioniertes Teilen	<input type="checkbox"/>
	anorganisch chemische	<input type="checkbox"/>		Kegeln und Vierteln	<input type="checkbox"/>
	organisch chemische	<input type="checkbox"/>		Cross-riffling	<input type="checkbox"/>
	leichtflüchtige(überschichtet)	<input type="checkbox"/>		Sonstige	<input type="checkbox"/>
	biologische	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Grobsortierung	<input type="checkbox"/>	Klassierung	<input type="checkbox"/>	Zerkleinerung	<input type="checkbox"/>

Kommentierung:

separierte Fraktion (z.B. Art, Anteil, separate Teilprobe):

Probengefäß: Transportbedingungen (z.B. Kühlung):

Größe der Lagerprobe: Volumen [l]: oder Masse [kg]:

Zusatzinformationen zur Probe:

stabilisierter Abfall (ph-Stat): ja nein
mechanisch. stabiler Abfall (Trogverfahren): ja nein

Datum/Unterschrift:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)



Nummer der Laborprobe: 210915928
Tag/Uhrzeit Bearbeitungsbeginn: 11.08.2021 07:39:39
P RKS 4a

Sortierung: ja nein
Zerkleinerung: ja nein
Trocknung: ja nein
Siebung: ja nein

separierte Stoffgruppen:
Teilvolumen [l] / Teilmasse [kg]:
Art:
Siebschnitt: [mm]

Bemerkungen zur Probenvorbereitung

Siebdurchgang: [g]
Siebrückstand:
Analyse Siebrückstand
Analyse Durchgang
Analyse Gesamt

Teilung/ Homogenisierung: fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln cross-riffling
Rotationsteiler Riffelteiler

Anzahl der Prüfproben: 1 Rückstellprobe: ja nein Probenmenge: 730g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

untersuchungsspezifische Trocknung der Proben: chemische Trocknung Trocknung 105°C Lufttrocknung Gefriertrocknung

untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Proben: mahlen 150 [µm] schneiden [µm]
Endfeinheit: [µm]
Kontrollsiebung: ja nein

Datum/Unterschrift: 11.8.21



Nummer der Feldprobe:
Tag und Uhrzeit der Probenahme:
Probenahmeprotokoll-Nr:

Probenvorbereitung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Untersuchung auf folgende Parameter:	physikalische	<input type="checkbox"/>	Verjüngung:	fraktioniertes Teilen	<input type="checkbox"/>
	anorganisch chemische	<input type="checkbox"/>		Kegeln und Vierteln	<input type="checkbox"/>
	organisch chemische	<input type="checkbox"/>		Cross-riffling	<input type="checkbox"/>
	leichtflüchtige (überschichtet)	<input type="checkbox"/>		Sonstige	<input type="checkbox"/>
	biologische	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Grobsortierung	<input type="checkbox"/>	Klassierung	<input type="checkbox"/>	Zerkleinerung	<input type="checkbox"/>

Kommentierung:

separierte Fraktion (z.B. Art, Anteil, separate Teilprobe):

Probengefäß: Transportbedingungen (z.B. Kühlung):

Größe der Lagerprobe: Volumen [l]: oder Masse [kg]:

Zusatzinformationen zur Probe:

stabilisierter Abfall (ph-Stat): ja nein
mechanisch. stabiler Abfall (Trogverfahren): ja nein

Datum/Unterschrift:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)



Nummer der Laborprobe: 210915929
Tag/Uhrzeit Bearbeitungsbeginn: 11.08.2021 07:39:43
P RKS 8a

Sortierung:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	separierte Stoffgruppen: Teilvolumen [l] / Teilmasse [kg]:
Zerkleinerung:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
Trocknung:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	Art: Siebschnitt: [mm]
Siebung:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	

Bemerkungen zur Probenvorbereitung

Siebdurchgang: [g]
Siebrückstand:

Analyse Siebrückstand
Analyse Durchgang
Analyse Gesamt

Teilung/ Homogenisierung: fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln cross-riffling
Rotationsteiler Riffelteiler

Anzahl der Prüfproben: Rückstellprobe: ja nein Probenmenge: 840g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

untersuchungsspezifische Trocknung der Proben: chemische Trocknung Trocknung 105°C Lufttrocknung Gefriertrocknung

untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung der Proben: mahlen 150 [µm] schneiden [µm]
Endfeinheit: ja nein
Kontrollsiebung: ja nein

Datum/Unterschrift: 11.8.21



Anlage 8

Tabellarische Bewertung der chemischen Untersuchungen



Projekt: Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, Baugrunduntersuchung
Projekt-Nr.: 21157

Zuordnungswerte Feststoff für Böden nach LAGA

Tabelle II.1.2-2

Feststoff	Zuordnungswerte				Einheit	P RKS 4a	P RKS 8a	
	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2				
pH-Wert ¹⁾	5,5-8	5,5-8	5-9	--	--	3,9	4,3	
Kohlenwasserstoffe	100	300	500	1000	mg/kg	<10	<10	
Summe BTEX	<1	1	3	5	mg/kg	n.n.	n.n.	
Summe LHKW	<1	1	3	5	mg/kg	n.n.	n.n.	
EOX	1	3	10	15	mg/kg	<0,5	<0,5	
PAK n. EPA	1	5²⁾	15³⁾	20	mg/kg	n.n.	n.n.	
PCB (Summe Kong. n. DIN 51527)	0,02	0,1	0,5	1	mg/kg	n.n.	n.n.	
Arsen	20	30	50	150	mg/kg	5,0	<2	
Blei	100	200	300	1000	mg/kg	11,0	24,0	
Cadmium	0,6	1	3	10	mg/kg	<0,2	<0,2	
Chrom (gesamt)	50	100	200	600	mg/kg	6,0	2,0	
Kupfer	40	100	200	600	mg/kg	4,0	3,0	
Nickel	40	100	200	600	mg/kg	3,0	<1	
Quecksilber	0,3	1	3	10	mg/kg	<0,1	<0,1	
Thallium	0,5	1	3	10	mg/kg	<0,2	<0,2	
Zink	120	300	500	1500	mg/kg	16,0	5,0	
Cyanide (gesamt)	1	10	30	100	mg/kg	<0,1	<0,1	

¹⁾ Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.

²⁾ Einzelwerte für Naphthalin und Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner als 0,5.

³⁾ Einzelwerte für Naphthalin und Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner als 1,0.

Zuordnungswerte Eluat für Böden nach LAGA

Tabelle II.1.2-3

Eluat	Zuordnungswerte				Einheit	P RKS 4a	P RKS 8a	
	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2				
pH-Wert ¹⁾	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	--	5,4	7,0	
el. Leitfähigkeit	500	500	1000	1500	µS/cm	12	18	
Chlorid	10	10	20	30	mg/l	1	1	
Sulfat	50	50	100	150	mg/l	2	2	
Arsen	10	10	40	60	µg/l	<5	<5	
Blei	20	40	100	200	µg/l	<5	<5	
Cadmium	2	2	5	10	µg/l	<1	<1	
Chrom (gesamt)	15	30	75	150	µg/l	<5	<5	
Cyanid (gesamt)	<10	10	50	100³⁾	µg/l	<5	<5	
Kupfer	50	50	150	300	µg/l	<5	<5	
Nickel	40	50	150	200	µg/l	<5	<5	
Phenolindex ²⁾	<10	10	50	100	µg/l	<10	<10	
Quecksilber	0,2	0,2	1	2	µg/l	<0,2	<0,2	
Thallium	<1	1	3	5	µg/l	<0,5	<0,5	
Zink	100	100	300	600	µg/l	<10	<10	

¹⁾ Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.

²⁾ Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

³⁾ Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) <50 µg/l.

n.n. - nicht nachweisbar (Konzentrationen der Einzelverbindungen liegen unter der jeweiligen Nachweisgrenze)

Einbauklasse Z 0

Einbauklasse Z 1.1

Einbauklasse Z 1.2

Einbauklasse Z 2

Einbau nach LAGA nicht möglich

Die Zuordnungswerte wurden den Technischen Regeln der Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen der Mitteilungen der Ländergemeinschaft Abfall (LAGA) entnommen (Stand 6.11.1997).



Projekt: Tirschenreuth, Gewerbegebiet Fa. Ziegler, Baugrunduntersuchung
Projekt-Nr.: 21157

Ergebnisse der chemischen Untersuchungen
Zuordnungswerte für Böden nach DepV vom 27. April 2009,
die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 geändert wurde

Nr.	Parameter	Zuordnungswerte				Rekultivierungsschicht	Einheit	P RKS 4a	P RKS 8a
		DK 0	DK I	DK II	DK III				
1	Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz²⁾								
1.01	a) bestimmt als Glühverlust	≤3	≤3 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	≤5 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	≤10 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾		Masse %	0,5	0,3
1.02	b) bestimmt als TOC	≤1	≤1 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	≤3 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	≤6 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾		Masse %	0,2	<0,1
2	Feststoff								
		DK 0	DK I	DK II	DK III		Einheit	P RKS 4a	P RKS 8a
2.01	Summe BTEX	≤6	≤30* ^{21) 23)}	≤60* ^{21) 23)}			mg/kg TM	n.n.	n.n.
2.02	PCB	≤1	≤2* ^{18) 20)}	≤2* ^{18) 20)}		≤ 0,1	mg/kg TM	n.n.	n.n.
2.03	Mineralölkohlenwasserstoffe	≤500	≤4000* ^{19) 22)}	≤8000* ^{19) 22)}			mg/kg TM	<10	<10
2.04	Summe PAK nach EPA	≤30	≤500* ^{17) 21)}	≤1000* ^{17) 21)}		≤ 5 ⁹⁾	mg/kg TM	n.n.	n.n.
2.05	Benzo(a)pyren					≤ 0,6	mg/kg TM	<0,05	<0,05
2.06	Säureneutralisationskapazität		muss bei gefährlichen Abfällen ermittelt werden ⁷⁾	muss bei gefährlichen Abfällen ermittelt werden ⁷⁾	muss ermittelt werden		mmol/kg		
2.07	Extrahierbare lipophile Stoffe in der Originalsubstanz	≤ 0,1	≤0,4 ⁵⁾	≤0,8 ⁵⁾	≤4 ⁵⁾		Masse %	<0,003	0,011
	Arsen+B26	45**					mg/kg TM	5	<2
2.08	Blei	210**				≤ 140	mg/kg TM	11	24
2.09	Cadmium	3**				≤ 1,0	mg/kg TM	<0,2	<0,2
2.10	Chrom (ges.)	180**				≤ 120	mg/kg TM	6	2
2.11	Kupfer	120**				≤ 80	mg/kg TM	4	3
2.12	Nickel	150**				≤ 100	mg/kg TM	3	<1
2.13	Quecksilber	2**				≤ 1,0	mg/kg TM	<0,1	<0,1
2.14	Zink	450**				≤ 300	mg/kg TM	16	5
	Cyanid (ges.)	30**					mg/kg TM	<0,1	<0,1
3	Eluat								
		DK 0	DK I	DK II	DK III		Einheit	P RKS 4a	P RKS 8a
3.01	pH-Wert ⁸⁾	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13	6,5-9		5,4	7,0
3.02	DOC ⁹⁾	≤50	≤50 ⁽³⁾⁽¹⁰⁾	≤80 ⁽³⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	≤100		mg/l	1,6	1,0
3.03	Phenole	≤0,1	≤0,2	≤50	≤100		mg/l	<0,01	<0,01
3.04	Arsen	≤0,05	≤0,2	≤0,2	≤2,5	≤ 0,01	mg/l	<0,005	<0,005
3.05	Blei	≤0,05	≤0,2	≤1	≤5	≤ 0,04	mg/l	<0,005	<0,005
3.06	Cadmium	≤0,004	≤0,05	≤0,1	≤0,5	≤ 0,002	mg/l	<0,001	<0,001
3.07	Kupfer	≤0,2	≤1	≤5	≤10	≤ 0,05	mg/l	<0,005	<0,005
3.08	Nickel	≤0,04	≤0,2	≤1	≤4	≤ 0,05	mg/l	<0,005	<0,005
3.09	Quecksilber	≤0,001	≤0,005	≤0,02	≤0,2	≤ 0,0002	mg/l	<0,0002	<0,0002
3.10	Zink	≤0,4	≤2	≤5	≤20	≤ 0,1	mg/l	<0,01	<0,1
3.11	Chlorid ¹²⁾	≤80	≤1500 ¹³⁾	≤1500 ¹³⁾	≤2500	≤ 0,01	mg/l	0,50	0,80
3.12	Sulfat ¹²⁾	≤100 ¹⁵⁾	≤ 2000 ¹³⁾	≤2000 ¹³⁾	≤5000	≤ 10 ¹⁴⁾	mg/l	2	2
3.13	Cyanid, leicht freisetzbar	≤0,01	≤0,1	≤0,5	≤1	≤ 50 ¹⁴⁾	mg/l	<0,002	<0,002
3.14	Fluorid	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50		mg/l	<0,2	<0,2
3.15	Barium	≤2	≤5 ¹³⁾	≤10 ¹³⁾	≤30		mg/l	<0,005	<0,005
3.16	Chrom, gesamt	≤0,05	≤0,3	≤1	≤7	≤ 0,03	mg/l	<0,005	<0,005
3.17	Molybdän	≤0,05	≤0,3 ¹³⁾	≤1 ¹³⁾	≤3		mg/l	<0,01	<0,01
3.18a	Antimon ¹⁶⁾	≤ 0,006	≤ 0,03 ¹³⁾	≤ 0,07 ¹³⁾	≤0,5		mg/l	<0,001	<0,001
3.18b	Antimon C ₀ - Wert ¹⁶⁾	≤ 0,1	≤ 0,12 ¹³⁾	≤ 0,15 ¹³⁾	≤ 1,0		mg/l	0,00	0,00
3.19	Selen	≤0,01	≤ 0,03 ¹³⁾	≤ 0,05 ¹³⁾	≤ 0,7		mg/l	<0,01	<0,01
3.20	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen ¹²⁾	≤ 400	≤ 3000	≤ 6000	≤ 10000		mg/l	40	41
3.21	Elektrische Leitfähigkeit					≤ 500	µS/cm	12	18
	Thallium	3**	≤ 25*	≤ 50*			µg/l	<0,5	<0,5

n.n. - nicht nachweisbar (Konzentrationen der Einzelverbindungen liegen unter der jeweiligen Nachweisgrenze)

- Deponieklasse 0
- Deponieklasse I**
- Deponieklasse II
- Deponieklasse III

Ablagerung nach DepV nicht möglich

Die Zuordnungswerte wurden der Tabelle 2 des Anhangs 3 der Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist, entnommen. Stand: Zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 27.9.2017 I 3465

* Richtwerte nach bayerischem LFU für Deponien der DK I und II nach DepV vom 27.04.2009 (Stand: 09/2016)

** Richtwerte nach bayerischem LFU für Deponien der Klasse 0 - Inertabfalldeponien (Erd- und Bauschuttdeponien); Deponie - Info 10 (Stand: Dezember 2016)

F u ß n o t e n ¹⁾ bis ²³⁾ sowie Spalte Nr. nach DepV -> siehe Beiblatt



Fußnoten

nach Deponieverordnung vom 27. April 2009

die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 geändert wurde

* Richtwerte nach bayerischem LfU für Deponien der DK I und II nach DepV vom 27.04.2009 (Stand: 09/2016)

** Richtwerte nach bayerischem LfU für Deponien der Klasse 0 - Inertabfalldeponien (Erd- und Bauschuttdeponien);
Deponie - Info 10 (Stand: Dezember 2016)

- ¹⁾ In Gebieten mit naturbedingt oder großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten in Böden ist eine Verwendung von Bodenmaterial aus diesen Gebieten zulässig, welches die Hintergrundgehalte des Gebietes nicht überschreitet, sofern die Funktion der Rekultivierungsschicht nicht beeinträchtigt wird.
- ²⁾ Nummer 1.01 (Glühverlust) kann gleichwertig zu Nummer 1.02 (TOC) angewandt werden.
- ³⁾ Eine Überschreitung des Zuordnungswertes ist mit Zustimmung der zuständigen Behörde bei Bodenaushub (Abfallschlüssel 17 05 04 und 20 02 02 nach der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung) und bei Baggergut (Abfallschlüssel 17 05 06 nach der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung) zulässig, wenn
 - a) die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenaushubes oder des Baggergutes zurückgeht,
 - b) sonstige Fremdbestandteile nicht mehr als 5 Volumenprozent ausmachen,
 - c) bei der gemeinsamen Ablagerung mit gipshaltigen Abfällen der DOC-Wert maximal 80 mg/l beträgt,
 - d) auf der Deponie, dem Deponieabschnitt oder dem gesonderten Teilabschnitt eines Deponieabschnitts ausschließlich nicht gefährliche Abfälle abgelagert werden und
 - e) das Wohl der Allgemeinheit - gemessen an den Anforderungen dieser Verordnung - nicht beeinträchtigt wird.
- ⁴⁾ Der Zuordnungswert gilt nicht für Aschen aus der Braunkohlefeuerung sowie für Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe aus Hochtemperaturprozessen - zu Letzteren gehören insbesondere Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke, unbearbeitete Schlacke, Stäube und Schlämme aus der Abgasreinigung von Sinteranlagen, Hochöfen, Schachtöfen und Stahlwerken der Eisen- und Stahlindustrie. Bei gemeinsamer Ablagerung mit gipshaltigen Abfällen darf der TOC-Wert der in Satz 1 genannten Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe maximal 5 Masseprozent betragen. Eine Überschreitung dieses TOC-Wertes ist zulässig, wenn der DOC-Wert maximal 80 mg/l beträgt.
- ⁵⁾ Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis.
- ⁶⁾ Bei PAK-Gehalten von mehr als 3 mg/kg ist mit Hilfe eines Säulenversuches nach Anhang 4 Nummer 3.2.2 nachzuweisen, dass in dem Säuleneluat bei einem Flüssigkeits-Feststoffverhältnis von 2:1 ein Wert von 0,2 µg/l nicht überschritten wird.
- ⁷⁾ Nicht erforderlich bei asbesthaltigen Abfällen und Abfällen, die andere gefährliche Mineralfasern enthalten.
- ⁸⁾ Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Werden jedoch auf Deponien der Klasse I und II gefährliche Abfälle abgelagert, muss deren pH-Wert mindestens 6,0 betragen.
- ⁹⁾ Der Zuordnungswert für DOC ist auch eingehalten, wenn der Abfall oder der Deponieersatzbaustoff den Zuordnungswert nicht bei seinem eigenen pH-Wert, aber bei einem pH-Wert zwischen 7,5 und 8,0 einhält
- ¹⁰⁾ Auf Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe auf Gipsbasis nur anzuwenden, wenn sie gemeinsam mit gefährlichen Abfällen abgelagert oder eingesetzt werden.
- ¹¹⁾ Überschreitungen des DOC-Wertes bis maximal 100 mg/l sind zulässig, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt keine gipshaltigen Abfälle und seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
- ¹²⁾ Nummer 3.20 (Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen) kann, außer in den Fällen gemäß Spalte 9 (Rekultivierungsschicht), gleichwertig zu den Nummern 3.11 (Chlorid) und 3.12 (Sulfat) angewandt werden.
- ¹³⁾ Der Zuordnungswert gilt nicht, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
- ¹⁴⁾ Untersuchung entfällt bei Bodenmaterial ohne mineralische Fremdbestandteile.
- ¹⁵⁾ Überschreitungen des Sulfatwertes bis zu einem Wert von 600 mg/l sind zulässig, wenn der C_0 -Wert der Perkolationsprüfung den Wert von 1500 mg/l bei $L/S = 0,1$ l/kg nicht überschreitet.
- ¹⁶⁾ Überschreitungen des Antimonwertes nach Nummer 3.18a (Antimon) sind zulässig, wenn der C_0 -Wert der Perkolationsprüfung bei $L/S = 0,1$ l/kg nach Nummer 3.18b (Antimon - C_0 -Wert) nicht überschritten wird.
- ¹⁷⁾ Überschreitungen sind möglich, wenn die Schadstoffbelastung ausschließlich auf teerhaltigen Straßenaufbruch zurückzuführen ist; bei Deponien der DK I gilt diese Ausnahme bis zu einer Obergrenze von 5.000 mg/kg PAK und bautechnisch zugelassener Verwertung in Trag- und Ausgleichsschichten.
- ¹⁸⁾ Summe der 7 PCB-Kongenere (PCB -28, -52, -101, -118, -138, -153 und -180) analog Tabelle 2 Nr. 2.02 Spalte 2 des Anhangs 3 der DepV.
- ¹⁹⁾ Zuordnungswerte in mg/kg analog der Inputkriterien für die extrahierbaren lipophilen Stoffe der jeweiligen Deponieklasse (0,4 % bei DK I und 0,8 % bei DK II).
- ²⁰⁾ Richtwerte auf Grundlage des StMUGV-Schreibens vom 16.08.2004 zum Vollzug der EU-Verordnung vom 29.04.2004 über persistente organische Schadstoffe (POP). Anhang IV der POP-Verordnung enthält neben PCB, DDT, PCDD/PCDF auch Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol, Mirex, Toxaphen, Chlordecon, Hexabrombiphenyl, HCH (Lindan).
- ²¹⁾ Anpassung aufgrund Bericht des ATA „Persistente organische Schadstoffe im abfallrechtlichen Vollzug (Stand: 21.06.2011)“ der 97. LAGA-Sitzung am 20.09.2011 in Berlin zu TOP 4.1 (vgl. Schreiben des StMUG vom 19.12.2012 im Nachgang zur 77. Umweltministerkonferenz).
- ²²⁾ Summe der C_{10} - bis C_{40} -Kohlenwasserstoffe.
- ²³⁾ Der Richtwert für BTEX gilt grundsätzlich einschließlich enthaltener Trimethylbenzole