



**PIEWAK &  
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](mailto: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

## **Speichersdorf, Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174 - Geotechnisches Gutachten -**

**Auftraggeber:**  
Gemeinde Speichersdorf  
Rathausplatz 1  
95469 Speichersdorf



**Projekt:** Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Geotechnisches Gutachten -

**Landkreis:** Bayreuth

**Auftraggeber:** Gemeinde Speichersdorf

**Projektnummer:** 21207

**Bearbeiter:** Christoph Marquardt, Diplom-Hydrologe

**Ort/Datum:** Bayreuth, 21.10.2021



## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	1
2	Lage und Geländemorphologie .....	1
3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse .....	1
4	Bauvorhaben .....	2
5	Geotechnische Aufgabenstellung .....	2
6	Verwendete Unterlagen .....	3
7	Untersuchungsarbeiten .....	4
8	Baugrundbeurteilung .....	5
8.1	Homogenbereich O1: Mutterboden.....	5
8.2	Homogenbereich B1: gemischtkörnige Deckschichten.....	5
8.3	Homogenbereich X1: Fels, verwittert .....	6
9	Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation.....	7
10	Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	8
11	Hinweise zur Bauausführung .....	8
11.1	Rohrleitungen.....	8
11.2	Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen .....	13
11.3	Hinterfüllen von Bauwerken.....	15
11.4	Bautechnische Hinweise zur Bauausführung und Wasserhaltung .....	16
11.5	Sicherung der Baugruben.....	16
11.6	Wiederverwendung der Aushubmaterialien.....	17
11.7	Bodenaustausch .....	17
11.8	Bodenbehandlung .....	18
11.9	Sicherung von Nachbarbauwerken.....	20
11.10	Versickerung .....	20
12	Zusammenfassung und abschließende Hinweise .....	20
13	Schlussbemerkung.....	21

## Anlagen

Anlage 1	Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2	Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 200
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen
Anlage 4	Protokolle der Rammsondierungen
Anlage 5	Darstellung des Profilschnittes



## **1 Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Gemeinde Speichersdorf plant die Erschließung eines Wohngebietes auf der Flur-Nr. 174 in Speichersdorf inkl. der dafür notwendigen Infrastrukturmaßnahmen.

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

## **2 Lage und Geländemorphologie**

Das Untersuchungsgebiet liegt im Landkreis Bayreuth auf dem Gebiet der Gemeinde Speichersdorf. Das Wohngebiet soll nach den zur Verfügung stehenden Informationen [U1] auf dem Flurstück 174, Gemarkung Speichersdorf nördlich der Weidener Straße entstehen.

Südlich des Untersuchungsgebietes befinden sich bestehende Wohngebiete. Östlich grenzt ein Gewerbegebiet an das Untersuchungsgebiet an. Im Norden und Westen finden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das Untersuchungsgebiet fällt leicht nach Nordosten ab. Die Geländehöhe liegt zwischen ca. 471 und 466 m ü. NN.

## **3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse**

Laut der digitalen geologischen Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000 [U3] stehen im Untersuchungsgebiet Ton- und Sandsteine in unregelmäßiger Wechsellagerung sowie Kellerhutarkose der Haßberge-Formation (Mittlerer Keuper) an.

Störungen sind in der geologischen Karte im Untersuchungsgebiet nicht verzeichnet.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im oberfränkisch-oberpfälzischen Bruchschollenland, welches aus jungpaläozoischen und mesozoischen Gesteinsabfolgen des Deckgebirges aufgebaut wird. Getrennt werden Grund- und Deckgebirge von der NW-SE verlaufenden Fränkischen Linie, einer bedeutenden Störungszone, an der die Gesteinsabfolgen von Grund- und Deckgebirge z. T. um einige 100 Meter sowohl horizontal als auch vertikal gegeneinander versetzt sein können. Parallel hierzu verläuft die Creußen-Kirchenthumbacher Störungszone.

Das oberfränkisch-oberpfälzische Bruchschollenland wird aus verschiedenen Gesteinsabfolgen des Deckgebirges aufgebaut. Hier können unterschiedlich alte Abfolgen auf Grund eines eng gespannten Störungsnetzes räumlich dicht nebeneinander vorkommen. Im Umfeld des Untersuchungsgebietes lagern Sedimentgesteine der Trias, überwiegend klastische Sedimentgesteine des Mittleren Keupers (Teil der Oberen Trias). Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich der Creußener Störungszone. Deshalb stehen hier, neben



Keupergesteinen, auch Gesteinsabfolgen des Oberen Buntsandsteins (oberer Teil der Unteren Trias) und des Oberen Muschelkalkes (oberer Teil der Mittleren Trias) an. Diese nebeneinander lagernden unterschiedlich alten Abfolgen, wurden an Nordwest-Südost und Ost-West verlaufenen Störungen vertikal gegeneinander versetzt. So können ältere Abfolgen des Buntsandsteins und des Muschelkalkes auf gleichem Niveau zwischen den jüngeren Keupergesteinen, teilweise ein „schollenartiges Mosaik“ bildend, vorkommen. Dabei bilden die Sandsteine des Buntsandsteins und die Karbonatgesteine des Muschelkalkes vielfach ausgeprägte Steilhänge.

Die Entwässerung im Bereich des Untersuchungsgebietes erfolgt zunächst nach Nordosten und dann nach Südosten über mehrere kleine Bäche in die Haidenaab. Die Haidenaab fließt weiter über Pressath und Mantel nach Luhe-Wildenaub, wo sie sich beim Ortsteil Unterwildenaub mit der Waldnaab zur Naab vereinigt. Von dort aus erfolgt die Entwässerung über das Naabsystem, das nach Süden zur Donau und damit ins Schwarze Meer verläuft.

#### **4 Bauvorhaben**

Das Wohngebiet soll nach den zur Verfügung stehenden Informationen [U1] auf dem Flurstück 174, Gemarkung Speichersdorf nördlich der Weidener Straße entstehen. Die Fläche des geplanten Erschließungsgebietes beträgt ca. 1,5 ha.

Die Verlegetiefe der Wasser- und Kanalleitungen sowie die Belastungsklasse der Verkehrswege waren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung 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] Übersicht hinsichtlich der beabsichtigten Bebauung, Plan erhalten am 12.10.2021
- [U2] BayernAtlas, URL: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>, Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, Zugriff 10.2021
- [U3] UmweltAtlas Geologie, URL: <https://www.umweltatlas.bayern.de>, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Zugriff 10.2021
- [U4] Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1 : 200.000, Deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
- [U5] Topographische Karte, Blatt 5938, Marktredwitz, Maßstab 1 : 25.000
- [U6] Geologische Karte, Blatt 5938, Marktredwitz, Maßstab 1 : 25.000
- [U7] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [U8] ZTV A-StB 12, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- [U9] RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen
- [U10] Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau zur ZTVE-StB 17, Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Rudolf Floß, 4. Auflage, Dezember 2011
- [U11] DIN-Taschenbuch Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [U12] DIN-Taschenbuch Erd- und Grundbau
- [U13] VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten - DIN 18300, Ausgabe September 2016
- [U14] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2. aktualisierte Auflage 2015
- [U15] Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 2: Erkundung und Untersuchung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Auflage 2011
- [U16] DWA-Regelwerk Arbeitsblatt 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2005
- [U17] 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
- [U18] Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Hölting B. und Coldeway W.G., 8. Auflage 2013

## 7 Untersuchungsarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH am 19.10.2021 insgesamt vier Rammkernsondierungen (RKS) und vier Rammsondierungen (DPL) mit der leichten Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 5 cm<sup>2</sup>) 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.

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

Aufschluss	Endteufe [m u. GOK*]	Rechtswert (GK 12)	Hochwert (GK 12)	Grundwasser [m u. GOK]	Bemerkungen
RKS 1	1,70	32699639	5528627	kein GW	kein Bohrfortschritt
RKS 2	1,90	32699681	5528602	kein GW	kein Bohrfortschritt
RKS 3	1,55	32699655	5528571	kein GW	kein Bohrfortschritt
RKS 4	1,45	32699672	5528501	kein GW	kein Bohrfortschritt
DPL 1	3,20	32699655	5528600	kein GW	kein Rammfortschritt
DPL 2	2,00	32699633	5528560	kein GW	kein Rammfortschritt
DPL 3	2,80	32699670	5528536	kein GW	kein Rammfortschritt
DPL 4	1,50	32699609	5528522	kein GW	kein Rammfortschritt

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

\* Geländeoberkante, nachfolgend GOK genannt

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. Der Profilschnitt ist in Anlage 5 dargestellt.

Aus den Aufschlüssen wurden Bodenproben der Güteklasse 3 für die spätere Analyse entnommen. Die folgende Tabelle 2 enthält eine Liste der entnommenen Proben.

Aufschluss	Probenbezeichnung	(Entnahmetiefe)
RKS 1	P RKS 1a	(1,20-1,60)
RKS 2	P RKS 2a	(0,50-1,20)
RKS 3	P RKS 3a	(1,20-1,50)
RKS 4	P RKS 4a	(0,20-0,80)

**Tabelle 2:** Liste der entnommenen Proben

In keiner Sondierung wurde Grund- oder Stauwasser angetroffen. Wasserproben konnten deshalb nicht entnommen werden.

## **8 Baugrundbeurteilung**

Der Baugrund lässt sich vereinfachend in drei Homogenbereiche (Schichten) gliedern. Der oberste Homogenbereich besteht aus Mutterboden (O1), darunter folgen gemischtkörnige Deckschichten (Homogenbereich B1) und zuunterst der verwitterte Fels (Homogenbereich X1).

Die Homogenbereiche wurden nach ZTV E-StB 17 für Oberboden mit O1, O2, ..., für Boden mit B1, B2, ... und für Fels mit X1, X2, ... usw. bezeichnet.

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 angetroffen und ist etwa 0,20 bis 0,30 m mächtig. Da diese Schicht als Baugrund keine Verwendung findet, wird nicht näher auf sie eingegangen. Der Mutterboden ist für landschaftsgestalterische Zwecke von Bedeutung. Er sollte deshalb abgeschoben und für die Wiedernutzung getrennt gelagert werden.

### **8.2 Homogenbereich B1: gemischtkörnige Deckschichten**

Die gemischtkörnigen Deckschichten wurden in allen Sondierungen angetroffen.

Überwiegend bestehen diese aus schwach schluffigen bis schluffigen, stellenweise kiesigen Sanden der Bodengruppe SU. Die Lagerungsdichte dieser Sande reicht von locker bis mitteldicht bis hin zu mitteldicht bis dicht. Die Lagerungsdichte wird im Allgemeinen mit zunehmender Tiefe größer. Bei den Sanden der Bodengruppe SU, welche über dem verwitterten Fels angetroffen wurden, handelt es sich um Felszersatz. Der Gesteinsverband ist noch erkennbar, der Fels ist aber so weit zersetzt, dass er als gemischtkörniger Boden vorliegt, stellenweise sind aber noch Komponenten im Zentimeterbereich (Kiesfraktion) vorhanden. In RKS 1, RKS 2 und RKS 3 wurde unter dem Mutterboden jeweils eine Lage aus schluffigen Sanden der Bodengruppe GU\* in weicher bis steifer bzw. steifer Konsistenz angetroffen. Die gemischtkörnigen Decksichten sind von braunen, grauen und roten Farben.

Die Sande der Bodengruppe SU können in die Bodenklasse 3 die Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Verdichtbarkeitsklasse V1 eingeordnet werden.

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





### **8.3 Homogenbereich X1: Fels, verwittert**

Der verwitterte Fels konnte in allen Aufschlüssen in Tiefen zwischen ca. 1,40 und 1,70 m unter GOK angetroffen. Beim erbohrten Fels handelt es sich um stark verwitterten, sehr mürben, teilweise arkosischen Sandstein. Der verwitterte Sandstein ist, besonders an Trennflächen, entfestigt. Der ursprüngliche Gesteinsverband ist aber noch erhalten. Er besitzt graue, braune und rote Farben.

In den Rammsondierungen wurden zwischen 1,50 und 3,20 m unter GOK, sehr hohe Schlagzahlen (> 150 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) ermittelt. Das deutet darauf hin, dass in dieser Tiefe der verwitterte Fels angetroffen wurde.

Der 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, sehr rasch in frischen Fels der Bodenklasse 7 übergehen. Horizontale Übergänge in die Bodenklasse 7 sind ebenfalls möglich. Insbesondere der arkosische Sandstein kann vergleichsweise hart und schwer zu lösen sein.

## 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.

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	gemischtkörnige Deckschichten	gemischtkörnige Deckschichten	Fels, verwittert
Homogenbereich nach DIN 18300 (Sept. 2016)	<b>B1</b>	<b>B1</b>	<b>X1</b>
Bodenart nach DIN 4022	S, u <sup>+</sup> -u	S, u*	Sandstein
Bodengruppe nach DIN 18196	SU	SU*	-
Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 (veraltet)	3	4	6 (7)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F2	F3	F3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 (veraltet)	V1	V2	-
Konsistenz		weich - steif	sehr mürb
Plastizität		leicht	-
Lagerungsdichte	locker- mitteldicht mitteldicht mitteldicht - dicht		-
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ] nach DIN 1055, erdfeucht	17 - 19 19 19 - 21	18,5 - 19,5	21 - 23
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ] unter Auftrieb nach DIN 1055	9,5 - 11 11 11 - 12,5	10 - 11	11 - 13
Reibungswinkel nach DIN 1055	30 - 32,5 32,5 32,5 - 35	27,5	40°**
Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ] nach DIN 1055	-	0 - 2	**
Wasserdurchlässigkeitswert k <sub>f</sub> [m/s]	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup>
Steifemodul E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	20 - 30 30 - 40 40 - 80	15 - 25	100 - 200

**Tabelle 3:** Baugrundmodell: Schichtung, Eingruppierung und Bodenkenngrößen

\*\* Ersatzreibungswinkel



## **10 Grund- und Schichtwasserverhältnisse**

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen.

Nach stärkeren Niederschlägen kann es im Quartär zu einem Aufstau von Schichtwasser kommen.

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

## **11 Hinweise zur Bauausführung**

Die geotechnische Kategorie wurde für das Bauvorhaben nicht mitgeteilt. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung wurden die geplanten Infrastrukturmaßnahmen 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.

### **11.1 Rohrleitungen**

#### **11.1.1 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).

Die Verlegetiefe der Wasser- und Kanalleitungen war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Wasserleitungen in einer Tiefe von ca. 1,50 m unter GOK verlegt werden.

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 oder frische Fels ist für die Gründung der Rohre geeignet.

In den leichten Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von maximal ca. 1,80 m unter GOK noch geringe Schlagzahlen (<10 Schläge pro 10cm Eindringtiefe) festgestellt. Dies deutet auf locker bis mitteldicht gelagerte, bzw. weiche bis steife Böden hin. Diese Böden sind für die Aufnahme der Lasten der Rohrleitungen nicht geeignet. Unterhalb einer Tiefe von ca. 1,80 m unter GOK stehen nach den Ergebnissen mindestens mitteldicht gelagerte bzw. mindestens steife Böden bzw. der verwitterte oder frische Sandstein an. Diese Böden bzw. Gesteine sind zur Gründung der Rohrleitungen geeignet.

Sollten im Gründungsbereich der Rohrleitungen noch locker bis mitteldicht gelagerte Sande der Bodengruppe SU anstehen, sollten diese nachverdichtet werden. Die ausreichende Verdichtung (mindestens mitteldichte Lagerung) sollte überprüft werden. Falls keine



ausreichende Verdichtung erreicht werden kann, sollte ein Bodenaustausch von ca. 0,30 bis 0,50 m Mächtigkeit durchgeführt werden.

Falls im Gründungsbereich der Wasserleitungen und Kanäle gering tragfähige (z.B. weiche bis steife), stark bindige Böden (z.B. Bodengruppe SU\*) 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.

Der in einem Teil der Sondierungen angetroffene, arkosische Sandstein kann mit zunehmender Tiefe sehr hart und schwer lösbar sein. Dies sollte bei der Planung des Bauvorhabens berücksichtigt werden.

### **11.1.2 Rohraufleger**

Werden im Niveau der vorgesehenen Rohrleitungssohlen Böden angetroffen, die zur Aufnahme der Lasten der Rohre nur bedingt oder nicht geeignet sind, ist eine Nachverdichtung bzw. ein Bodenaustausch notwendig (s.o.).

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

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

Für die Ausführung der Kanalarbeiten ist DIN 4033 zu beachten.

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

### **11.1.3 Verfüllung der Rohrgräben und Bauwerke**

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

Die überwiegende Aushubmasse dürfte aus den gemischtkörnigen Böden des Homogenbereiches B1 und je nach Tiefe der geplanten Rohrleitungen, auch aus verwitterten oder frischen Fels bestehen.

Die in den Sondierungen angetroffenen stark bindigen, gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU\*, sind bei einer Wiederverwertung sehr setzungsempfindlich bzw. schlecht verdichtbar und sollten im Trassenbereich nicht wieder eingebaut werden.



Der verwitterte und frische Fels ist ohne spezielle Maßnahmen nur schwer hohlraumarm verdichtbar und sollte im Trassenbereich ebenfalls nicht wieder eingebaut werden.

Die Kiesfraktion der aus Felszersatz bestehenden gemischtkörnigen Böden, kann beim Wiedereinbau zerfallen. Der Felszersatz ist deshalb schwer verdichtbar sowie setzungsempfindlich und sollte ebenfalls nicht im Trassenbereich wiedereingebaut werden.

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

Die stark bindigen gemischtkörnigen Böden können evtl. nach einer Bodenbehandlung mit Bindemitteln nach ZTV E-StB 17 [U7] wiedereingebaut werden.

Im Bereich des Erdplanums der Verkehrsflächen kann durch eine qualifizierte Bodenverbesserung und bei geeigneten Böden, eine Verringerung der Frostempfindlichkeit erreicht werden. In der Verfüllzone sollte die Bindemittelmenge begrenzt werden, um ungewünschte Verfestigungen zu vermeiden

Die gemischtkörnigen Böden der Bodengruppen SU kommen, sofern sie nicht aus Felszersatz bestehen, aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau z. B. als Bodenaustausch in Frage. Die ausreichende Verdichtbarkeit dieser Böden ist in Probefeldern zu überprüfen. Die Aushubmaterialien erfüllen vermutlich nicht die Anforderung für Frostschutz- oder Schottertragschichten (definierte Sieblinien).

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 Leitungsräumen" 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.

#### 11.1.4 Wasserhaltung der Rohrgräben und Bauwerke

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen bis zur Endtiefe (max. 3,20m unter GOK) nicht festgestellt.

Die angetroffenen Böden und Gesteine sind gering bis mittel durchlässig.

Das den Kanalgräben zufließende Wasser kann 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.

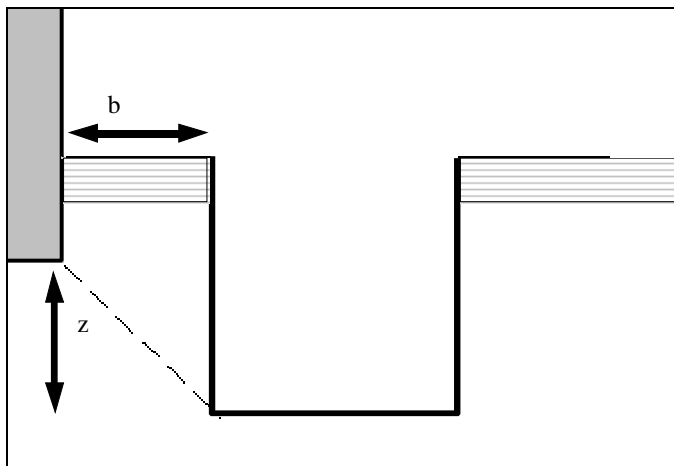
Für die Entnahme und Einleitung des während der Bauarbeiten evtl. anfallenden Grundwassers in die Vorfluter, ist eine Genehmigung bei der zuständigen Behörde zu beantragen.

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

#### 11.1.5 Sicherung der Wasserleitungen und der Kanäle

Wenn eine freie Böschung der Leitungsgräben nicht möglich bzw. erwünscht ist, sind zur Sicherung der Grabenwände Sicherungsmaßnahmen notwendig.

Wenn die Kanalgräben in ausreichender Entfernung von der Bebauung ( $b/z < 1$ ) ausgehoben (Abbildung 1) werden, ist der Einsatz von großflächigen Verbauelementen in Betracht zu ziehen.



**Abbildung 1:** Sicherung durch großflächige Kanalverbauplatten

$b$  = Entfernung zwischen Bebauung und Kanalgraben

$z$  = Höhendifferenz zwischen Gründungssohle des Gebäudes und der Kanalsohle

gestrichelte Linie: Druckausbreitungslinie des Gebäudes (angenommen  $45^\circ$ )



Bei Unterschneidung der Druckausbreitungslinie der bestehenden Bebauung durch den Kanalgraben kann es, vor allem in den Lockergesteinen, zu einer Gefährdung der benachbarten Gebäude kommen.

Bei solchen Trassenabschnitten ist während der Bauarbeiten folgendes zu beachten:

- Die Kanalbauarbeiten sind abschnittsweise auszuführen. Die Grabenlänge im Bereich der gefährdeten Bebauung (jeweils ca. 2,5 m vor und ca. 2,5 m nach dem betroffenen Gebäude) ist auf max. 2,50 m zu reduzieren. Der Aushub des nachfolgenden Grabenabschnitts kann erst nach Beendigung des vorherigen Abschnittes erfolgen.
- Die Grabenwände sind annähernd senkrecht auszubilden.
- Eine Auflockerung bzw. Aufweichung der anstehenden Bodenschichten ist während der Aushubarbeiten zu vermeiden.
- Zur Vermeidung von Bewegungen im Bereich der Kanalgrabenwände sind diese sofort durch einen steifen Verbau nach DIN 4124 zu sichern. Beim Aushub der Kanalgräben ist die Bildung von Hohlräumen hinter den Verbaulementen zu vermeiden. Gegebenenfalls sind die entstandenen Hohlräume, auch während der Aushubarbeiten, zu hinterfüllen.
- Zum Schutz der bereichsweise wasser- und frostempfindlichen Böden sowie der Auffüllmaterialien sind diese vor Witterungseinflüssen (Eindringen von Wasser, Quellen, Austrocknen, Frostwirkung) zu schützen.
- Zur Wiederverfüllung der Kanalgräben sind nicht bindige bis schwach bindige Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Diese sind in max. 0,30 m mächtige Lagen einzubauen und fachgerecht auf  $D_{Pr}=100\%$  zu verdichten. Zur Vermeidung von starken Erschütterungen ist für die Verdichtung der Verfüllmaterialien nur leichtes Gerät einzusetzen. Die Mächtigkeit der Lagen ist ggf. dem eingesetzten Gerät anzupassen. Die Verdichtungsarbeiten sind nach den in ZTVA-StB 94 bzw. im "Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsräumen" genannten Anforderungen auszuführen.
- Schwer zugängliche Hinterfüllbereiche sind mit Stampfbeton zu hinterfüllen.
- Die Arbeiten sind zügig durchzuführen. Die Gräben sind nur so lange offen zu halten, wie es für die vorgesehenen Arbeiten notwendig ist.
- Werden Festgesteine angetroffen, ist bei der Herstellung der Kanalgräben eine Gefügauflockerung der Festgesteine zu vermeiden.
- Beim Aushub der Kanalgräben im unmittelbaren Bereich der Bebauung ist DIN 4123 "Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen" zu beachten.

Hinsichtlich der Sicherung der Kanal- und Leitungsgräben sind weiterhin die Bestimmungen nach DIN 4124 zu beachten.

## 11.2 Anlage von Verkehrswegen und Parkplätzen

Die Belastungsklasse der geplanten Verkehrswege war zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt. Im Folgenden wird von einer Belastungsklasse Bk 0,3 ausgegangen. Nach der Herstellung des Erdplanums der Verkehrsflächen stehen im Untersuchungsgebiet zumindest bereichsweise frostempfindliche Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an (Sande der Bodengruppe SU\*).

Es wird vorläufig 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. 6 sind folgende Ausgangswerte nach der Abhängigkeit der Belastungsklasse für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus angegeben:

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

**Tabelle 4:** Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (aus RStO 12, Tabelle 6)

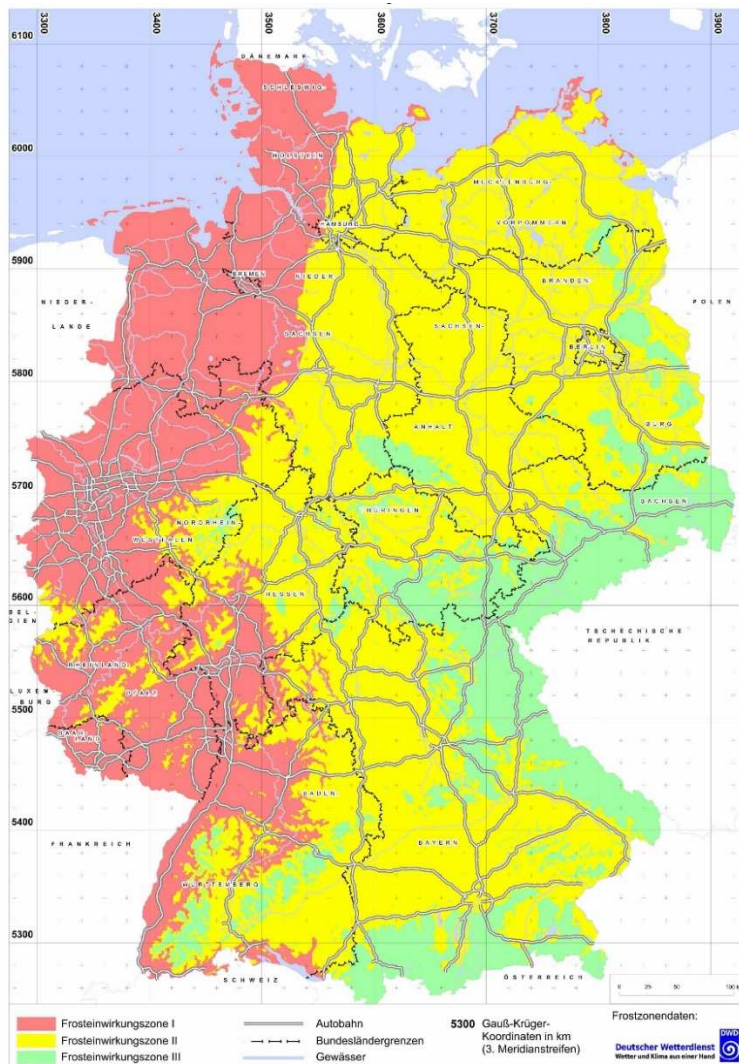
Für die oben genannten Voraussetzungen ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 0,50 m. Gemäß Tabelle 7 der RStO 12 und Bild 6 sind folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

- Frosteinwirkungszone III +15 cm
- Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen -0,05 m

Somit ergibt sich die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Aufbaus zu 0,60 m.

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





**Abbildung 2:** Frosteinwirkungszonen

Bei einer angenommenen Belastungsklasse Bk 0,3 sind in Tafel 1, Zeile 3, der RStO 12 die Bauweisen der Asphaltdecken geregelt. Hierbei kann folgender Aufbau bei der Bauklasse Bk 0,3 gewählt werden:

- 4 cm Asphaltdecke
- 8 cm Asphalttragschicht
- 15 cm Schottertragschicht
- 33 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  $100 \text{ MN/m}^2$  auf der Frostschutzschicht und  $120 \text{ MN/m}^2$  auf der Schottertragschicht erreicht werden, wenn auf dem Planum ein  $E_{v2}$ -Wert von mindestens  $45 \text{ MN/m}^2$  besteht. Der geforderte  $E_{v2}$ -Wert von  $45 \text{ MN/m}^2$  wird auf dem frostempfindlichen Planum vermutlich größtenteils nicht erreicht.

Der Untergrund muss in diesem Fall durch einen Bodenaustausch oder eine Bodenbehandlung verbessert werden.

Es kann ein Bodenaustausch von etwa 0,20 bis 0,30 m Mächtigkeit ausgeführt werden.

Alternativ kann eine Bodenbehandlung mit Bindemitteln (Stabilisierung) erfolgen (siehe Kapitel 11.8). Bei der Stabilisierung sollte beachtet werden, dass dies nicht während einer Frostperiode oder unmittelbar davor erfolgt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass diese Arbeiten bei Windstille erfolgen. Hinweise auf größere Hindernisse wie z.B. Steine und Blöcke liegen nicht vor. Werden solche Hindernisse dennoch angetroffen, sind diese vor dem Stabilisieren zu entfernen (Boden aufreißen, Steine und Blöcke aussortieren, Binder einfräßen und verdichten). Die Stabilisierung sollte in einer Tiefe bis zu 0,45 m erfolgen.

Bei größeren Flächen ist die Bodenbehandlung mit Bindemittel vermutlich die kostengünstigere Variante. Wir empfehlen die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu überprüfen.

Wenn auf dem Erdplanum der Verkehrsflächen locker bis mitteldicht gelagerte Böden der Bodengruppe SU anstehen, kann durch eine Nachverdichtung der erforderliche  $E_{v2}$ -Wert von 45 MN/m<sup>2</sup> evtl. erreicht werden. Dies ist zu überprüfen.

Es wird empfohlen den Verformungsmodul auf Probefeldern zu ermitteln, um den Aufbau unter der Frostschuttschicht genau festlegen zu können.

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

### 11.3 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<sup>2</sup>. Schwer zugängliche Bereiche sind mit Füllbeton zu hinterfüllen. Für die Verfüllmaterialien der Verdichtbarkeitsklasse V1 kann eine Feuchtwichte von  $\gamma = 21,0$  kN/m<sup>3</sup> und ein Reibungswinkel  $\phi' = 35^\circ$  angesetzt werden. Für diese Anforderungen ist bei der Bemessung der Außenwände der Erdruehdrukbeiwert  $K_0$  anzusetzen, der für die verschiedenen Hinterfüllmaterialien nach der Formel  $K_0 = 1 - \sin \phi'$  zu ermitteln ist. Daraus errechnet sich nach der o. g. Formel ein Erdruehdrukbeiwert 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  $D_{Pr} = 98 \%$ .

#### 11.4 Bautechnische Hinweise zur Bauausführung und Wasserhaltung

Auf dem Erdplanum der Verkehrsflächen 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.

Die Durchlässigkeit des Untergrundes ist mittel bis gering.

Bei der Herstellung des Erdplanums ist nur ein geringer Wasserandrang zu erwarten (Schichtwasser bzw. Sickerwasser). Die Wasserhaltung kann offen, mit gut funktionierenden Pumpensämpfen und Drainagen erfolgen.

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.

#### 11.5 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 Gesteine können oberhalb des Grundwasserspiegels, sofern dies die Baustellenverhältnisse erlauben, frei geböscht werden.

Dabei dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

nichtbindige oder weiche bindige Böden:  $\beta = 45^\circ$

Steife und halb feste bindige Böden  $\beta = 60^\circ$

Fels, stark verwittert  $\beta = 70^\circ$

Sind Böschungen in den Auffüllungen nötig, sollten diese nicht steiler als  $30^\circ$  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.

### **11.6 Wiederverwendung der Aushubmaterialien**

Bei der Herstellung des Erdplanums der Verkehrsflächen, dürfte die überwiegende Aushubmasse aus den gemischtkörnigen Böden des Homogenbereiches B1 bestehen.

Die in den Sondierungen angetroffenen stark bindigen, gemischtkörnigen Böden der Bodenklasse SU\*, sind bei einer Wiederverwertung sehr setzungsempfindlich bzw. schlecht verdichtbar und sollten im Trassenbereich nicht wieder eingebaut werden.

Die gemischtkörnigen Böden der Bodenklassen SU kommen, sofern sie nicht aus Felsersatz bestehen, aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau z. B. als Bodenaustausch in Frage. Die ausreichende Verdichtbarkeit dieser Böden ist in Probefeldern zu überprüfen. Die Aushubmaterialien erfüllen vermutlich nicht die Anforderung für Frostschutz- oder Schottertragschichten (definierte Sieblinien).

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

### **11.7 Bodenaustausch**

Als Material für einen möglichen Bodenaustausch wird ein weitgestufter Kiessand kantiger Kornform empfohlen (Bodenklasse 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 Druckausbreitungsgebiet des Fundamentes eingebracht werden (Magerbeton 50°, Kiessand 45°).



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

## **11.8 Bodenbehandlung**

Die Anforderungen an eine Bodenbehandlung mit Bindemitteln wird in 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 bis 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. Es sollte der Prüfplan nach Methode M3 nach ZTV E-StB zur Anwendung kommen. Es wird empfohlen mindesten vier statische Plattendruckversuche pro Lage, sowohl in Eigen- als auch in Fremdüberwachung durchzuführen. Die Prüfungen sollten in Anwesenheit der Vertragspartner durchgeführt 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. Die 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 Einfräßen 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 Einfräßen 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.



## **11.9 Sicherung von Nachbarbauwerken**

Für Maßnahmen zur Gebäudesicherung wird auf die Anwendung der DIN 4123 und DIN 4124 verwiesen.

Beim Aushub der Kanalgräben im unmittelbaren Bereich 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.

## **11.10 Versickerung**

Die angetroffenen bindigen Böden sind mittel bis gering durchlässig. Grundwasser wurde in den Aufschlüssen bis zur Endtiefe nicht angetroffen.

In den gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU ist eine Versickerung voraussichtlich möglich, wenn alle weiteren, im DWA-Arbeitsblatt A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser [U16] genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Um dies zu prüfen und evtl. geplante Sickeranlagen zu bemessen, sollten gegebenenfalls Sickerversuche durchgeführt werden.

## **12 Zusammenfassung und abschließende Hinweise**

Die Gemeinde Speichersdorf plant die Erschließung eines Wohngebietes in Speichersdorf inkl. der dafür notwendigen Infrastrukturmaßnahmen.

Die Piewak & Partner GmbH wurde von der Gemeinde Speichersdorf beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

Zur Erkundung des Untergrundes kamen vier Rammkernsondierungen und vier Rammsondierungen der leichten Rammsonde zur Ausführung.

Nach Auswertung der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung lässt sich hinsichtlich der Bebaubarkeit folgendes feststellen:

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen.

Für die Gründung der geplanten Rohrleitungen ist voraussichtlich bereichsweise ein Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung notwendig.

Der Untergrund der geplanten Verkehrsflächen muss voraussichtlich ebenfalls, zumindest bereichsweise, ausgetauscht oder verbessert werden.

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

Hinweise zum Schutz des Gebäudes gegen Wasser sind gegeben.



### 13 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 Rohrleitungen und Verkehrswege. 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, 21.10.2021

Bearbeiter

Bearbeiter

Geschäftsführer

Dr.-Ing. Thomas Röckel  
Dipl.-Geologe

Christoph Marquardt  
Dipl.-Hydrologe

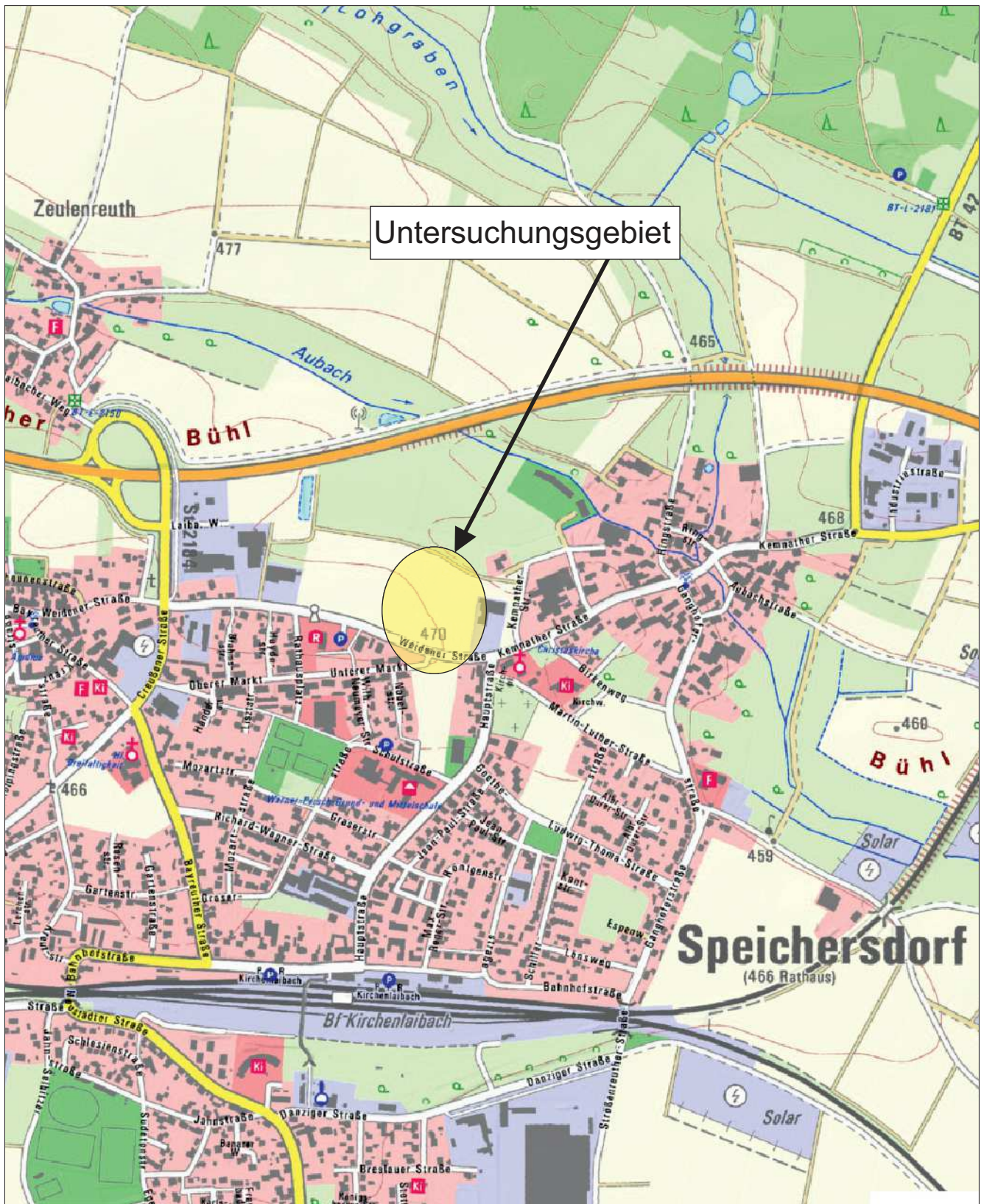
Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe  
Sachverständiger  
nach § 18 BBodSchG







## **Anlage 1**

### **Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 10.000**



<b>Speichersdorf, Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174 - Baugrunduntersuchung -</b>		Anlage: 1		
		Projekt-Nr.: 21270		
Maßstab 1:10.000	<b>Lage des Untersuchungsgebietes</b>	gez. gepr. geänd.	Datum 19.10.2021	Name CM
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> 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 19.10.2021  ..... (Unterschrift)		





## **Anlage 2**

### **Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 200**



Legende	
RKS 1	● Rammkernsondierung
DPL 1	● Leichte Rammsondierung
A A'	— Profilschnittlinie

<b>Speichersdorf, Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174 - Baugrunduntersuchung -</b>		Anlage: 2		
		Projekt-Nr.: 21270		
Maßstab 1:200	<b>Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte</b>	gez. gepr. geänd.	Datum 19.10.2021	Name CM
		<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> 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 19.10.2021  ..... (Unterschrift)	



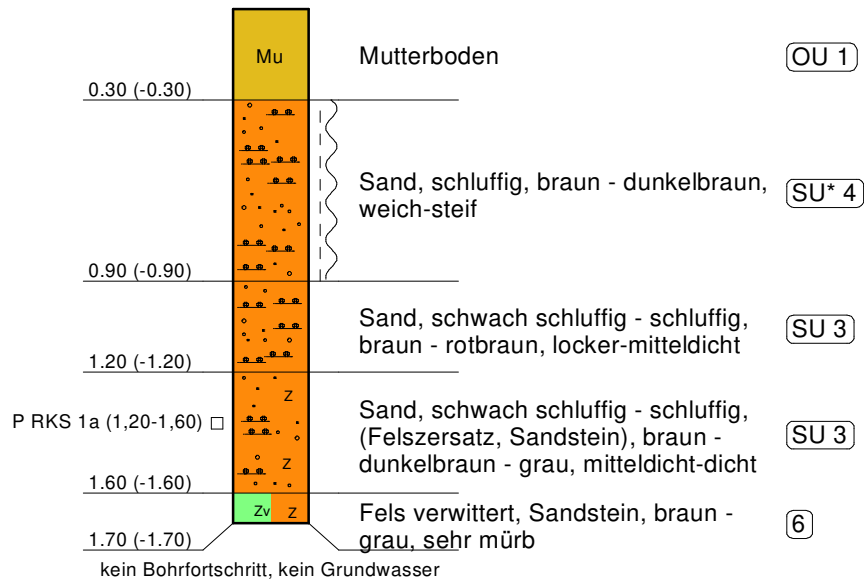
## **Anlage 3**

# **Schichtenprofile der Rammkernsondierungen**

# RKS 1

0 m GOK

m GOK



**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Rammkernsondierung (RW:32699639 ; HW:5528627)**

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



Anlage: 3.1

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

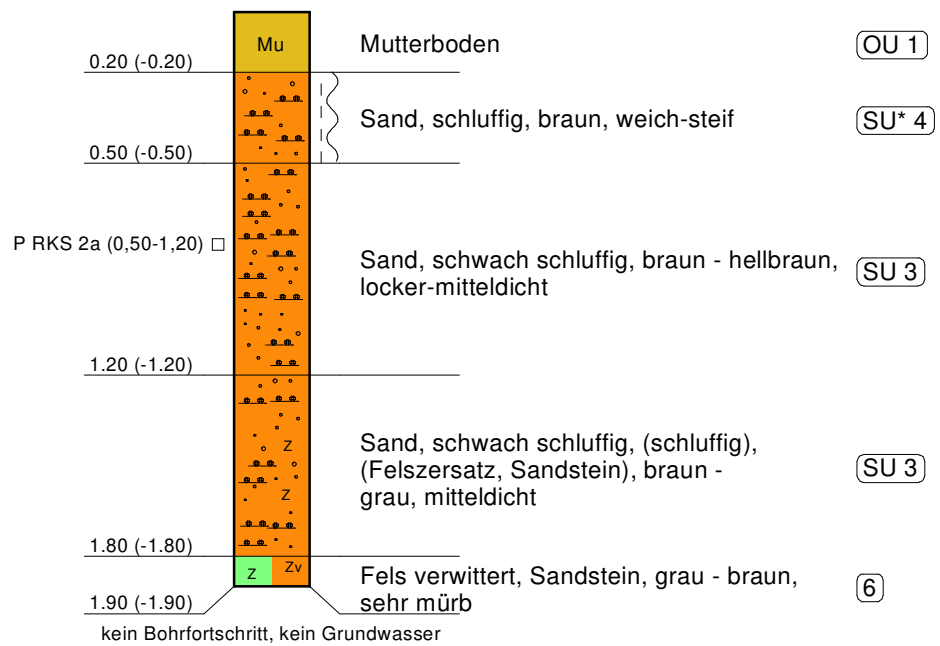
Maßstab vert.: 1:25

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 2

0 m GOK

m GOK



**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Rammkernsondierung (RW:32699681; HW:5528602)**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.2

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

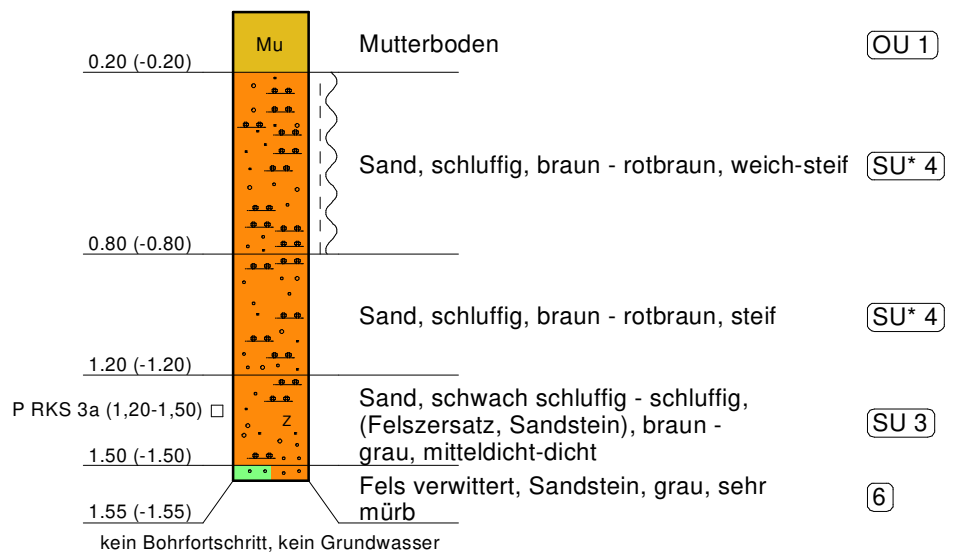
Maßstab vert.: 1:25

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 3

0 m GOK

m GOK



**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Rammkernsondierung (RW:32699655 ; HW:5528571)**

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



Anlage: 3.3

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:25

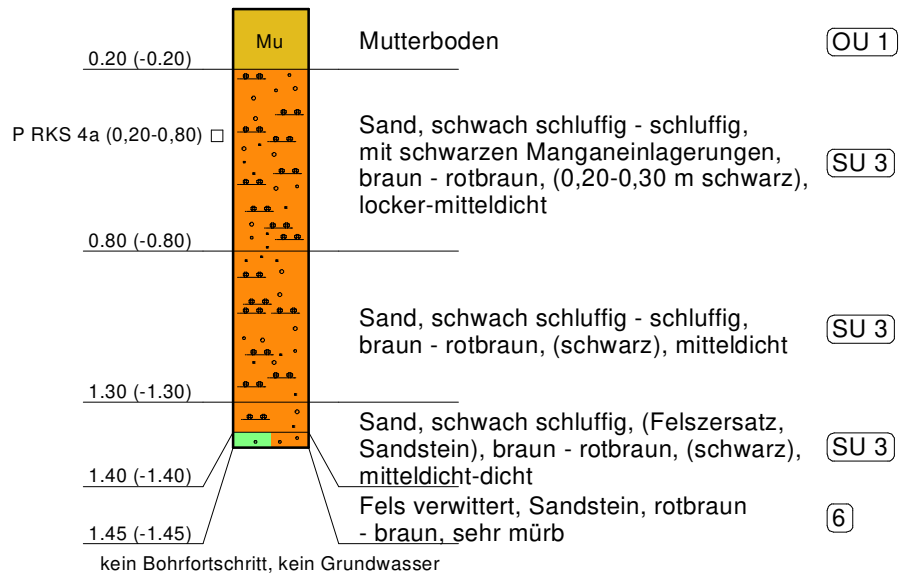
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



# RKS 4

0 m GOK

m GOK



**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Rammkernsondierung (RW:32699672 ; HW:5528501)**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 3.4

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:25

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



## **Anlage 4**

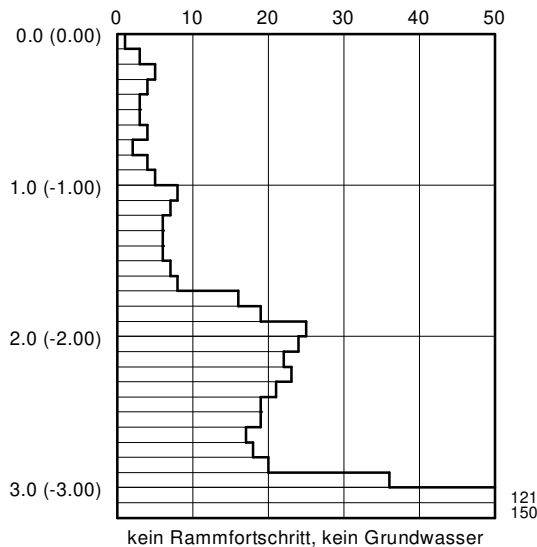
# **Protokolle der Rammsondierungen**

# DPL 1

0 m GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m GOK



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	3
0.30	5
0.40	4
0.50	3
0.60	3
0.70	4
0.80	2
0.90	4
1.00	5
1.10	8
1.20	7
1.30	6
1.40	6
1.50	6
1.60	7
1.70	8
1.80	16
1.90	19
2.00	25
2.10	24
2.20	22
2.30	23
2.40	21
2.50	19
2.60	19
2.70	17
2.80	18
2.90	20
3.00	36
3.10	121
3.20	150

**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Leichte Rammsondierung RW:32699655 ; HW:5528600)**

**Piewak & Partner GmbH**

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 4.1

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:50

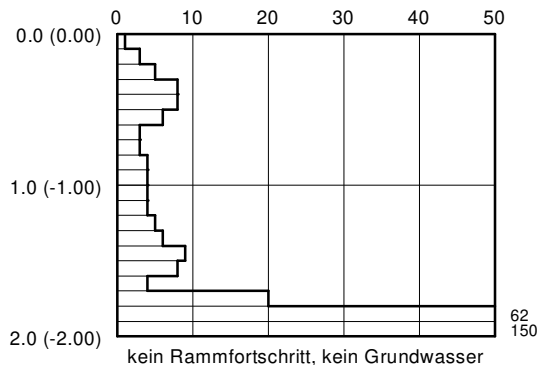
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 2

0 m GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m GOK



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	3
0.30	5
0.40	8
0.50	8
0.60	6
0.70	3
0.80	3
0.90	4
1.00	4
1.10	4
1.20	4
1.30	5
1.40	6
1.50	9
1.60	8
1.70	4
1.80	20
1.90	62
2.00	150

**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Leichte Rammsondierung (RW:32699633 ; HW:5528560)**

**Piewak & Partner GmbH**

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30

95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360

Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.2

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:50

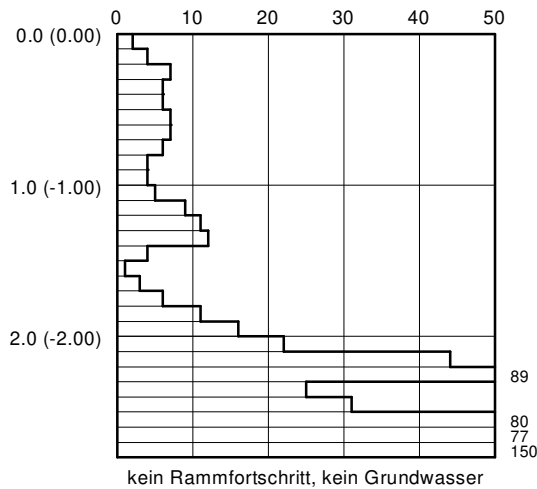
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 3

0 m GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m GOK



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	2
0.20	4
0.30	7
0.40	6
0.50	6
0.60	7
0.70	7
0.80	6
0.90	4
1.00	4
1.10	5
1.20	9
1.30	11
1.40	12
1.50	4
1.60	1
1.70	3
1.80	6
1.90	11
2.00	16
2.10	22
2.20	44
2.30	89
2.40	25
2.50	31
2.60	80
2.70	77
2.80	150

kein Rammfortschritt, kein Grundwasser

**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Leichte Rammsondierung (RW:32699670 ; HW:5528536)**

**Piewak & Partner GmbH**

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 4.3

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:50

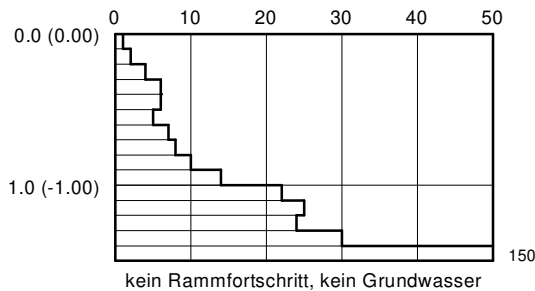
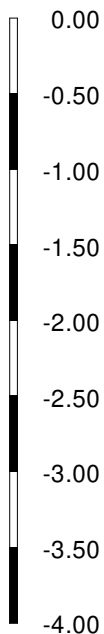
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 4

0 m GOK

Schlagzahlen je 10 cm

m GOK



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	4
0.40	6
0.50	6
0.60	5
0.70	7
0.80	8
0.90	10
1.00	14
1.10	22
1.20	25
1.30	24
1.40	30
1.50	150

**Speichersdorf,  
Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174  
- Baugrunduntersuchung -**

**Leichte Rammsondierung (RW:32699609 ; HW:5528522)**

**Piewak & Partner GmbH**

Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



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

Anlage: 4.4

Datum: 19.10.2021

Projektnummer: 21270

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

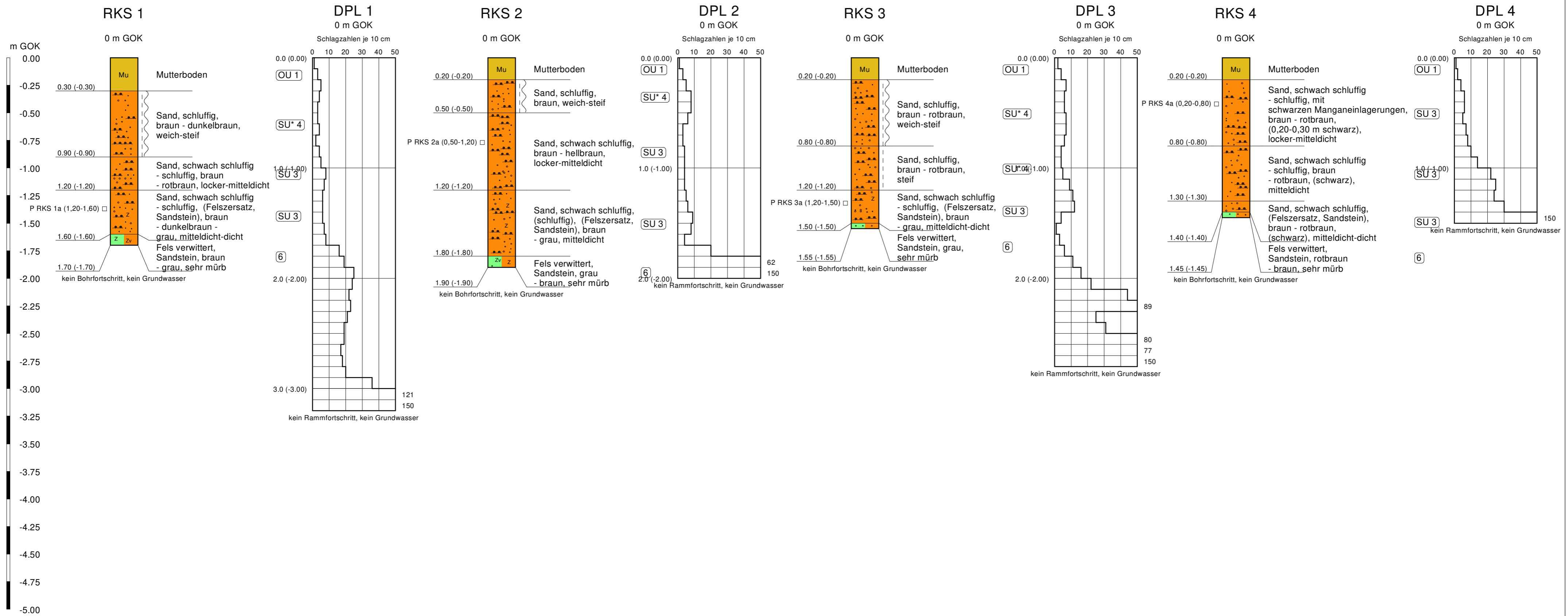



## **Anlage 5**

### **Darstellung des Profilschnittes**

A

A



<b>Speichersdorf, Erschließung Wohngebiet Flur-Nr. 174 - Baugrunduntersuchung -</b>	
<b>Profilschnitt</b>	
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  Jean-Paul-Straße 30 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610	Anlage: 5
	Datum: 19.10.2021
	Projektnummer: 21270
	Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	