



# GeoPlan

## Geotechnischer Bericht Nr. B2401004

**Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden**

Osterhofen, den 27.03.2024



**GeoPlan GmbH**

Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001:2022 und DIN EN ISO 9001:2022

Donau-Gewerbepark 5 | 94486 Osterhofen | Tel. +49 (0) 9932 / 95 44 - 0 | [info@geoplan-online.de](mailto:info@geoplan-online.de) | Geschäftsführer: Rainer Gebel, Uli Weidinger, Tobias Kufner  
Weitere Standorte: Burgkirchen a.d. Alz, Dingolfing, Regensburg, Rosenheim | Gerichtsstand Deggendorf HRB Nr.: 1471 | USt-IdNr.: DE 162 493 294  
VR-Bank Ostbayern-Mitte eG, DE55 7429 0000 0006 1075 40, GENODEF1SR1 | VR-Bank Vilshofen, DE64 7406 2490 0007 7436 45, GENODEF1VIR



[www.geoplan-online.de](http://www.geoplan-online.de)



## Geotechnischer Bericht

**Nr. B2401004**

**Auftraggeber:** Markt Ruhmannsfelden  
Schulstraße 23  
94239 Ruhmannsfelden

**Planung:** Architekten + Ingenieure WEBER  
Marktplatz 10  
94239 Ruhmannsfelden

**Gegenstand:** **Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in  
Ruhmannsfelden**  
- Geotechnische Untersuchungen -

**Datum:** Osterhofen, den 27.03.2024

Dieser Bericht umfasst 18 Textseiten und 5 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Allgemeine Angaben .....</b>	<b>1</b>
1.1	Vorgang .....	1
1.2	Verwendete Unterlagen .....	1
1.3	Angaben zum Bauvorhaben .....	2
<b>2.</b>	<b>Durchgeführte Untersuchungen .....</b>	<b>2</b>
2.1	Felderkundung .....	2
2.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	3
2.3	Chemische Bodenuntersuchungen mit Wertung .....	4
<b>3.</b>	<b>Beschreibung der Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>4</b>
3.1	Geologischer Überblick .....	4
3.2	Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung .....	5
3.3	Grundwasserverhältnisse .....	7
<b>4.</b>	<b>Bodenmechanische Kennwerte .....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Bauausführung / Gründung .....</b>	<b>9</b>
5.1	Allgemeines .....	9
5.2	Kanalbau .....	9
5.2.1	Allgemeines .....	9
5.2.2	Baugruben / Verbau .....	10
5.2.3	Wasserhaltung .....	11
5.2.4	Gründung .....	11
5.2.5	Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung .....	12
5.3	Straßenbau .....	13
5.3.1	Allgemeines .....	13
5.3.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus .....	14
5.3.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus .....	15
5.3.4	Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschutz- schicht .....	16
5.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes .....	17
<b>6.</b>	<b>Schlussbemerkungen .....</b>	<b>18</b>

## Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER BOHRUNGEN	3
TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	3
TABELLE 3: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	6
TABELLE 4: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	8
TABELLE 5: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300, DIN 18301 UND DIN 18304	8
TABELLE 6: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12	15

## Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 2.000	(1 Seite)
Anlage 3:	Bohrprofile und -beschriebe, M 1 : 50	(3 Seiten)
Anlage 4:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(3 Seiten)
Anlage 5:	Chemische Laboruntersuchungen	(8 Seiten)

# **1. Allgemeine Angaben**

## **1.1 Vorgang**

Der Markt Ruhmannsfelden im Landkreis Regen plant die Erschließung des Gewerbegebiets „Am Lerchenfeld“ in Ruhmannsfelden, Gemarkung Ruhmannsfelden. Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH aus Osterhofen wurde vom Markt Ruhmannsfelden auf Grundlage des Angebots A2311-472-BAU vom 09.11.2023 beauftragt, im Bereich des geplanten Gewerbegebiets im Norden von Ruhmannsfelden eine Baugrunderkundung durchzuführen, die Böden mittels bodenmechanischer und chemischer Laborarbeiten zu untersuchen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Die Felderkundungen wurden im geplanten Baugebiet auf dem Grundstück mit den Flurnummern 1017 und 1031, Gemarkung Ruhmannsfelden, durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Weiterhin erfolgen Angaben zum Straßen- und Kanalbau sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht und es erfolgen Angaben zu den chemischen Untersuchungen.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Hauptuntersuchung des Baugrundes.

## **1.2 Verwendete Unterlagen**

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Vorentwurf Erschließungsplanung GE „Lerchenfeld“, M 1 : 500, Architekten + Ingenieure WEBER, Ruhmannsfelden, 07.11.2023
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000, UmweltAtlas Bayern Geologie, Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern (Internet)
- Bohrprofile und -beschriebe der Bohrungen B 1 bis B 3, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der chemischen Laborversuche, Agrolab Labor GmbH, Bruckberg

## 1.3 Angaben zum Bauvorhaben

Im Markt Ruhmannsfelden soll im Norden auf einer Länge von ca. 250 m das Gewerbegebiet „Am Lerchenfeld“ erschlossen werden. Das Gebiet erstreckt sich über ein bisher überwiegend als Acker- / Wiesenfläche genutztes Areal. Südlich des geplanten Erschließungsgebietes verläuft der Ruhmannsbach auf einem Höhenniveau von ca. 508 m NN, im Osten verläuft die Teisnach auf einem Höhenniveau von ca. 502 m NN in Richtung Norden. Das geplante Gewerbegebiet soll mittels einer Stichstraße mit Anbindung an die Marcher Straße (REG 13) erschlossen werden. Informationen zu geplanten Geländeeinschnitten oder -auffüllungen liegen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

Das betrachtete Gelände befindet sich in einer topographisch nach Süden hin abfallenden Lage mit einer maximalen Höhendifferenz von ca. 11 m. Es liegt auf einer absoluten Höhe von ca. 521 m NN bis 510 m NN.

Es handelt sich um eine vollständige Erschließung des Baugebiets, sodass neben einer Erschließungsstraße auch Kanäle, Kabel, Leitungen sowie Entwässerungsanlagen anzulegen sind. Umfangreiche Geländeangleichungsmaßnahmen oder Geländeeinschnitte sind gemäß der vorliegenden Informationen nicht bekannt und belaufen sich daher unseren Annahmen nach auf lediglich maximal etwa 1,0 m Tiefe. Nähere Angaben über geplante Geländemodellierungen im Zuge der Erschließung bzw. zu den geplanten Verlegetiefen der Leitungen stehen und derzeit nicht zur Verfügung. Genauere Informationen sind den Planunterlagen zur Erschließung des Gewerbegebiets zu entnehmen.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 20.02.2024 auf dem Grundstück mit den Flurnummern 1017 und 1031, Markt und Gemarkung Ruhmannsfelden, in 94239 Ruhmannsfelden ausgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde in Abstimmung mit dem Planungsbüro entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt und gleichmäßig über das Untersuchungs Gelände verteilt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **drei Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 2,70 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt. Die drei Bohrungen wurden bei Tiefen von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK aufgrund des hohen Rammwiderstandes vorzeitig beendet.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Nach Durchführung der Aufschlussarbeiten wurden die Erkundungspunkte nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Rechts- und Hochwerte sowie die Ansatzhöhen aller Ansatzpunkte können den Bohrprofilen der Anlage 3 entnommen werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

In der folgender Tabelle 1 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt:

**TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER BOHRUNGEN**

Bohrung	Ansatz- höhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser nach Bohren- de [m u. GOK]	Grundwasser nach Bohren- de [m NN]	Datum
B 1	521,90	2,60	519,30	kein Wasser eingemessen		20.02.2024
B 2	511,50	2,70	508,80	kein Wasser eingemessen		20.02.2024
B 3	510,48	2,00	508,48	kein Wasser eingemessen		20.02.2024

B... Rammkernbohrung DN 80-120 mm nach DIN EN ISO 22475

## 2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt drei Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

**TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN**

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt, DIN EN ISO 17892-1	Korngrößenverteilung, DIN EN ISO 17892-4	komb. Sieb-Schlüßmanalyse, DIN EN ISO 17892-4	Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN EN ISO 17892-3	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN EN ISO 17892-11
B 1	D 3	1,60 – 2,60	x	x						
B 2	D 3	1,30 – 2,70	x	x						
B 3	D 2	0,40 – 1,50	x		x					

Die vollständigen Laborversuchsprotokolle sind diesem Bericht in Anlage 4 beigelegt.

## **2.3 Chemische Bodenuntersuchungen mit Wertung**

### **Chemische Untersuchungen an anstehenden Böden sowie Auffüllungen**

An Proben der Verwitterungsschichten der Bohrungen B 1 und B 2 wurde die Mischprobe MP B 1 / B 2 D 2 (0,20 – 1,80 m) gebildet. Diese Mischprobe wurde zusammen mit den natürlich anstehenden Proben der Zersatzschichten B 2 D 2 (1,30 – 2,70 m) an das Labor Agrolab GmbH in Bruckberg übergeben. Hinsichtlich des Untersuchungsumfangs wurde jeweils das Parameterspektrum des Verfüllleitfadens durchgeführt.

Eine tabellarische Gegenüberstellung der ermittelten Stoffkonzentrationen in den Proben mit den Zuordnungswerten nach o.g. Merkblatt bzw. Leitfaden sowie das vollständige Protokoll der Analysen sind diesem Bericht in Anlage 5 beigelegt.

Wie dem Protokoll in Anlage 5 im Einzelnen zu entnehmen ist, weisen beide untersuchten Proben erhöhte Schwermetall-Gehalte auf, sodass diese der Zuordnungsklasse Z 1.1 nach dem Verfüllleitfaden zuzuordnen sind.

### **Vorgaben für den Aushub / Empfehlungen**

Insgesamt sollte daher bei Aushubarbeiten das Aushubmaterial separiert und auf Haufwerke (bis 300 m<sup>3</sup>) zwischengelagert werden. Im Anschluss hat eine fachgerechte Beprobung des Haufwerks (konform zu PN 98) mit entsprechender laborchemischer Analytik zu erfolgen. Basierend auf diesen Laborergebnissen kann der Entsorgungsweg der einzelnen Haufwerke (je nach Zuordnungsklasse) festgelegt werden bzw. im Falle einer geplanten Wiederverwertung eine Abstimmung mit den zuständigen Behörden erfolgen.

Aufgrund der aktuellen Neuerungen in der Gesetzeslage (Mantelverordnung, gültig seit 01.08.2023) ist die Anwendung der LAGA M20, Stand 1997, nicht mehr zulässig. Eine eindeutige Aussage und damit verbundene Freigabe zum Einbau kann entweder durch in-situ-Untersuchungen (Baggerschürfe) oder jedoch erst nach Aushub, anschließender Beprobung gem. LAGA PN98 und Laboranalytik erfolgen. Die Anzahl der zu untersuchenden Mischproben stehen dabei in Abhängigkeit zu dem anfallenden Materialvolumen.

## **3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse**

### **3.1 Geologischer Überblick**

Aus geologischer Sicht befindet sich das hier behandelte Untersuchungsgebiet gemäß vorliegenden Kartenwerken und weiteren Informationsgrundlagen im Bereich des kristallinen Grundgebirges des Bayerischen Waldes, dessen kompakter Feld hier mittels Rammkernbohrung nicht direkt aufgeschlossen werden konnte. Überlagert wird das kristalline Grundgebirge von dessen Verwitterungs- und Zersatzschichten, welche hier oberflächennah von humosen Oberböden überlagert werden. Diese allgemeinen



Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten bis zu den jeweiligen Endtiefen bestätigt.

Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse sowie allgemeiner Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 2,7 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

**Oberböden**

(erkundet bis max. 0,40 m u. GOK)

- Mutterboden (Schluff, teils sandig, humos);  
Konsistenz: steif

**Verwitterungsschichten**

(erkundet bis max. 1,60 m unter GOK)

- Schluff, sandig bis stark sandig, teils schwach kiesig;  
Konsistenz: weich bis steif

**Zersatzschichten**

(erkundet ab frühestens 0,40 m unter GOK)

- Sand, schluffig bis stark schluffig, teils schwach kiesig bis kiesig, teils schwach tonig;  
Lagerung: mitteldicht bis dicht

### 3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

**Oberböden**

Ab Geländeoberkante wurden in allen Bohrungen 20 cm bis 40 cm starke humose Mutterbodenschichten in Form von teils sandigen Schluffen in steifer Konsistenz erkundet.

**Verwitterungsschichten**

Unter den zuvor beschriebenen Oberböden wurden in den Bohrungen B 1 und B 2 bis zu Tiefen von 1,30 m unter GOK bis 1,60 m unter GOK (= 520,30 m NN bis 510,20 m NN) sandig bis stark sandige und teils schwach kiesige Schluffe in weicher bis steifer Konsistenz angetroffen.

**Zersatzschichten**

Die oben beschriebenen Oberböden und Verwitterungsschichten werden bis zu den jeweiligen Bohrendteufen von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK (= 519,30 m NN bis 508,48 m NN) von gemischtkörnigen Zersatzschichten unterlagert. Diese wurden angesprochen als schluffige bis stark schluffige und teils schwach kiesige bis kiesige und teils schwach tonige Sande in mitteldichter bis dichter Lagerung. Die drei Bohrungen wurden bei Tiefen von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK aufgrund des hohen Rammwiderstandes vorzeitig beendet. Hier ist in diesem Tiefenbereich von einem Übergang in die kristalline Felszone bzw. mit dem Antreffen von größeren Steinen und Blöcken zu rechnen.

## Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 3 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

**TABELLE 3: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN**

Bewertungskriterien	Oberböden Humose Schluffe	Verwitterungsschichten Schluffe	Zersatzschichten Sande	Kristallines Grundgebirge Fels
Homogenbereich	O1	B1	B2	X1
Tragfähigkeit	gering	gering – mittel	mittel – groß	groß – sehr groß
Kompressibilität	groß	mittel – groß	gering – mittel	gering – sehr gering
Standfestigkeit	gering – mittel	mittel – groß	mittel – gut	mittel – gut
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	mittel – groß	nicht – gering
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	groß F3	mäßig – groß F2 – F3 <sup>3)</sup>	nicht F1
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	mittel – groß	mittel – groß	nicht
Wasserdurchlässigkeit	mittel	gering	gering – mittel	gering – abhängig von Klüftigkeit
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittelschwer	leicht – schwer <sup>4)</sup>	nicht möglich
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer	mittelschwer	leicht – schwer <sup>5)</sup>	leicht bis schwer lösbarer Fels
Wiedereinbaufähigkeit	Landschaftsgestaltung	mäßig geeignet <sup>1),2)</sup>	mäßig – gut geeignet <sup>2)</sup>	<sup>6)</sup> –

<sup>1)</sup> wiedereinbaufähig nur bei  $\geq$  steifer Konsistenz des Materials mit mäßiger Tragfähigkeit

<sup>2)</sup> bei Schluffen, Sanden und stark schluffigen Kiesen wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

<sup>3)</sup> bei einem Feinkornanteil  $> 15,0$  M.-%

<sup>4)</sup> bei  $\geq$  dichter Lagerung bzw. verfestigten Abschnitten können massive Einbringhilfen (z.B. Lockerungsbohrungen) erforderlich werden

<sup>5)</sup> bei Grobeinlagerungen können je nach Masse und Größe dieser Anteile die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN18300 (2012) (schwer lösbare Böden, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

<sup>6)</sup> bei Wiedereinbau in gebrochener Form, bspw. als Frostschuttschotter Körnung 0/56 mm, ist bei nicht angewittertem und massigem Felsmaterial möglich

### 3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der durchgeführten Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen von maximal 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK (= 519,30 m NN bis 508,48 m NN) ein geschlossener Grundwasserspiegel angetroffen. Grundwasser ist hier an diesem Standort erst in größerer Tiefe als Kluftgrundwasser zu erwarten.

Grundsätzlich ist witterungsbedingt mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten, wie z.B. den bindigen Verwitterungsschichten, in allen Tiefen bis GOK, auch über einen geschlossenen Grundwasserhorizont, zu rechnen. Dies ist auch hinsichtlich der Bauausführung zu beachten.

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme nicht in einer Hochwassergefahrenfläche jedoch aufgrund der Bachnähe am Rande eines wassersensiblen Bereichs. Es sind somit vorliegend höher Grund- und Schichtwasserspiegel (Überschwemmungen) bis zumindest knapp unter Geländeoberkante möglich.

## 4. Bodenmechanische Kennwerte

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 4 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 5 sind die wichtigsten bodenmechanischen Kennwerte nach Homogenbereichen dargestellt. Sofern in den Tabellen Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst.

Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen.

Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten eingestuft

Die angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auf Erfahrungswerten sowie den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), die Empfehlungen des

Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

**TABELLE 4: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	Wasserdurchlässigkeit
		cal $\gamma$	cal $\gamma'$	cal $\varphi$	cal $c'$	cal $c_u$	cal $E_s$	-	-	$k_f$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[m/s]
Oberböden – Schluffe	<b>OH</b> steif	14,0-16,0	4,0-6,0	15,0-20,0	2-5	10-20	1-3	1	BO1	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-9</sup>
Verwitterungsschichten – Schluffe	<b>UL</b> weich – steif	18,0-19,0	8,0-10,0	22,5-27,5	5-15	25-50	6-12	4	BB2	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>
Zersatzschichten – Sande	<b>SU / SU*</b> mitteldicht – dicht	19,0-21,0	9,0-11,0	30,0-35,0	2-10 <sup>1)</sup>	5-20 <sup>1)</sup>	25-50	3/4/5	BN1-2	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>

1) Ersatzkohäsion durch mineralische Restbindung

**TABELLE 5: HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300, DIN 18301 UND DIN 18304**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kies Korn 2,0 – 63,0 mm	Sand Korn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undräniert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal $c_u$	w	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	
		%	%	%	%	[t/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	%	--	--	%
Homogenbereich O1 (Mutterboden)	<b>OH</b> steif	--	0-5	0-25	70-95	1,5-1,7	15-50	15-40	0,00-0,50	0,75-1,00	5-10
Homogenbereich B1 (Schluffe der Verwitterungsschichten)	<b>UL</b> weich – steif	--	0-15	15-35	50-75	1,7-1,9	15-150	15-35	0,00-0,50	0,50-1,00	0-1
Homogenbereich B2 (Sande der Zersatzschichten)	<b>SU / SU*</b> mitteldicht – dicht	0-25 <sup>1)</sup>	0-30	45-90	10-25	1,9-2,1	10-150 <sup>2)</sup>	5-20	--	--	0

- 1) Steine, Blöcke mit bis 1,0 m Kantenlänge möglich (Erfahrungswerte)
- 2) Ersatzscherfestigkeit durch mineralische Restbindung

#### Homogenbereich X1:

Unterhalb der sandigen Zersatzschichten ist nach und nach mit dem Übergang in den Homogenbereich X1 zu rechnen. Dieser konnte im Zuge der Felderkundungen jedoch bis zur maximalen Endteufe noch nicht angetroffen und genauer beschrieben werden. Isoliert betrachtet handelt es sich bei den zu erwartenden Felsblöcken bzw. dem angewitterten bis blanken Fels des Homogenbereiches X1 um Gneis, ein metamorphes Gestein des kristallinen Grundgebirges. Das Gestein besitzt eine Dichte von  $2,3 \text{ t/m}^3$  –  $2,5 \text{ t/m}^3$ . Es weist eine einaxiale Druckfestigkeit bis  $200 \text{ N/mm}^2$  und eine Gebirgsdurchlässigkeit  $10^{-4} \text{ m/s}$  bis  $10^{-11} \text{ m/s}$  auf. Der genaue Trennflächenabstand ist aufgrund fehlender Aufschlüsse nicht genau bestimmbar, liegt in aber i.d.R. zwischen 0 - 30 cm. Es ist abrasiv bis stark abrasiv ( $250 \text{ g/t}$  –  $2000 \text{ g/t}$ ) und mittel bis sehr schwer brechbar (0 % – 75 %). Für eine genauere Bestimmung wären tiefere Aufschlüsse des Felshorizontes erforderlich.

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte für die Wasserentnahme anzusehen und können stärkeren Schwankungen ( $\pm$ ) unterliegen. In Abschnitt 5.6 wird auf die maßgebenden Werte bezüglich der Versickerung von Wasser in den Untergrund eingegangen.

## **5. Bauausführung / Gründung**

### **5.1 Allgemeines**

Im Rahmen des vorliegenden Baugrundgutachtens zur Erschließung des geplanten Baugebiets „Am Lerchenfeld“ im Norden des Marktes Ruhmannsfelden werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Kanal- und Straßenbau sowie zu Versickerungsmöglichkeiten im anstehenden Untergrund zusammengestellt. Da derzeit keine näheren Angaben vorliegen, werden abgesehen von maximal ca. 1,0 m tiefen Einschnitten bzw. ca. 1,0 m hohen Dämmen keine weiteren Geländemodellierungen berücksichtigt.

### **5.2 Kanalbau**

#### **5.2.1 Allgemeines**

Angaben über die genaue Gründungstiefe von Kanälen liegen derzeit nicht vor. Es wird deshalb angenommen, dass Kanäle in etwa im üblichen Tiefenbereich von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante verlegt werden.

Im Gründungsbereich der Kanäle stehen somit überwiegend die bindigen bis gemischtkörnigen Verwitterungs- und Zersatzschichten in meist weicher bis steifer Kon-

sistenz bzw. mitteldichter bis dichter Lagerung an. Im Tieferen können hier ja nach Gründungstiefe abschnittsweise bereits größere Steine / Blöcke bzw. Fels anstehen.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde in keiner der durchgeführten Erkundungen bis zu den maximalen Aufschlusstiefen von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK (= 519,30 m NN bis 508,48 m NN) erkundet. Schwebende Schichtwasserkörper in wasserleitenden Schichten über Stauhorizonten sind aber, insbesondere in Verbindung mit Niederschlagsereignissen, in allen Tiefen bis Geländeoberkante möglich.

Bezüglich Einbau und Prüfung der Kanäle wird auf die ATV-DVWK-A 139 verwiesen. Nachfolgend wird aus geotechnischer Sicht auf die Verlegung der Kanäle eingegangen.

### **5.2.2 Baugruben / Verbau**

Bei den erforderlichen Aushubtiefen zur Verlegung der Kanäle von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante ist die Ausführung von offenen, geböschten Baugruben (Böschungswinkel nach DIN 4124  $\leq 45^\circ$  nach DIN 4124 in den Kiesen und Sanden) zur Verlegung der Kanäle über dem Grundwasser theoretisch denkbar, jedoch aufgrund der zu erwartenden, großen Aushubmengen vermutlich nicht wirtschaftlich. Aus diesen Gründen empfehlen wir generell, einen im Kanalbau üblichen Stahlplattenverbau zur Verlegung der Kanäle einzusetzen. Hier empfiehlt sich ggf. die Verwendung eines gegenüber einem üblichen Stahlplattenverbau dichteren Gleitschienenverbaus.

Die Verbauelemente und Aussteifungen sind dabei statisch ausreichend zu dimensionieren. Der Verbau ist kraftschlüssig abzuteufen und schrittweise mit der Verfüllung wieder rückzubauen. Der Aushub darf der Graben- bzw. Baugrubensicherung nur in einem dem Untergrund angemessenen Abstand von ca. 0,2 m, bei Grund- und Schichtwasserzutritten auch weniger, vorseilen.

Als Erschwernis bei dieser Ausführungsvariante erweisen sich hier in fast allen Abschnitten in Tiefenbereichen von ab 2,00 m unter Gelände bis 2,70 m unter Gelände die dicht gelagerten Sande der Zersatzschichten. Hier ist beim Aushub und beim Einbringen des Verbaus mit einem leicht erhöhten Aufwand z.B. in Form von Lockerungsbohrungen zu rechnen.

Voraussetzung für den Einsatz eines Stahlplattenverbaus ist weiterhin ein ausreichender Abstand zu evtl. bestehender Bebauung. Zwischen Grabensohle und Außenkante der Gründungssohle bestehender Bauwerke bzw. Bauteile darf dabei der Winkel zur Horizontalen maximal  $45^\circ$  (horizontaler Abstand  $\geq$  Aushubtiefe bei oberflächlich gegründeten Bauteilen / Bauwerken) betragen, um mögliche Verformungen und damit einhergehende Setzungen zu minimieren. Gleiches gilt für bestehende Kanäle oder sonstige Sparten.

Ist ein ausreichender Abstand nicht gegeben und ein Abrücken der Kanaltrasse von unweit angrenzenden Bauteilen nicht möglich, wären Zusatzmaßnahmen (z. B. Unterfangungen von Bauwerken) und/oder Auflagen hinsichtlich des Vorgehens bei der Kanalverlegung (z. B. Vorgehen in kurzen Abschnitten) notwendig. Dabei ist in kritischen Abschnitten das genaue Vorgehen vor Ort mit der Baufirma, dem Planer und dem Gut-

achter festzulegen. Da es sich vorliegend um ein Neubaugebiet handelt, welches auf einer bestehenden landwirtschaftlichen Fläche zu liegen kommt, ist die geschilderte Problematik aber voraussichtlich nicht oder nur an den Randbereichen relevant.

### 5.2.3 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde in keiner der Bohrungen bis zu den Endteufen von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK (= 519,30 m NN bis 508,48 m NN) ein geschlossener Grundwasserspiegel erkundet. Der Bemessungswasserstand wäre auf Niveau Unterkante Bauwerksdrainage anzusetzen.

Stehen auf Höhe der Aushubsohle, wie hier zu vermuten, bindige bis gemischtkörnige Schichten der Verwitterungsschichten bzw. des Kristallinzersatzes an, empfehlen wir den Einbau einer Filterkieslage ( $d \geq 0,20$  m) aus feinkornarmen Kies oder vergleichbarem Material in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) sowie die Anordnung von Pumpensümpfen mit Schmutzwasserpumpen nach Bedarf. Bei Erfordernis sind zusätzlich ausgefilterte Drainageleitungen einzubauen, die den Pumpensümpfen bzw. -schächten zuzuführen sind. Die temporär anfallenden Wassermengen belaufen sich hierbei allerdings voraussichtlich auf vergleichsweise geringe 0 – 5 l/s bei einer Haltungslänge von ca. 30 m im Kanalgraben. Höhere Wassermengen sind in Zusammenhang mit Extremniederschlägen aber nicht auszuschließen.

Die Ableitung des geförderten Wassers erfolgt am zweckmäßigsten, evtl. über einen Absetzcontainer, direkt in eine Kanalisation oder einen naheliegenden Vorfluter. Die Wasserhaltung muss solange durchgeführt werden, bis eine ausreichende Auftriebssicherheit gegeben ist und die Hinterfüllung durchgeführt wurde.

### 5.2.4 Gründung

Nach den Aufschlüssen ist davon auszugehen, dass im Gründungsbereich die mäßig tragfähigen Zersatzschichten in mitteldichter bis dichter Lagerung anstehen.

Die Gründung der Kanäle bzw. der statisch erforderlichen Rohauflager kann in den mindestens steifen Schluffen bzw. sandigen und gemischtkörnigen Ablagerungen auf der für die Wasserhaltung notwendigen,  $\geq 20$  cm mächtigen Entwässerungsschicht erfolgen. Die Kiestragschicht muss ausreichend verdichtet ( $D_{Pr} \geq 100$  %) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) eingebaut werden.

Bei Gründung in bindigen Böden (Schluffen / Tonen) mit  $\leq$  weicher Konsistenz wird es zuerst erforderlich, Schroppenmaterial (Körnung z.B. 50/150 mm) in die anstehenden, bindigen Böden statisch einzudrücken, um ein besser tragfähiges Arbeitsplanum herzustellen. Dies gilt auch, sofern sich witterungsbedingt (z. B. durch Schichtwasser oder Niederschläge) sehr weiche, wassergesättigte Zustandsformen auf Höhe der Aushubsohle ergeben. Über diesem Schroppenmaterial ist eine ca. 20 cm mächtige Ausgleichsschicht (Körnung 0/45 mm; Bodengruppe GI nach DIN 18196) als Gründungsschicht für den Kanal bzw. die Leitung einzubauen. Alternativ können Bereiche in  $\leq$  weicher Zustandsform auch bis zu darunter anstehenden, besser tragfähigen bindigen Schichten in  $\geq$  steifer Konsistenz bzw. gemischtkörnigen Ablagerungen weiter



ausgekoftet und durch ein feinkornarmes Kies-Sand-Gemisch in Geotextilummantelung ersetzt werden. Hierfür sollte gut verdichtbares Kies-Sand-Material (Feinkornanteil  $\leq 10,0$  M.-%) bei ausreichender Verdichtung ( $D_{Pr} \geq 100$  %) und einem lagenweisen Einbau (Lagenstärke  $\leq 0,35$  m) verwendet werden.

Die Rohrbettung und die Auffüllung der Bettungszone ist mit wasserunempfindlichem Material, z. B. Rollkies oder Split der Körnung 4/8 mm oder 8/16 mm, herzustellen.

Bei Gründung in beschriebener Weise können bei einer Kanalverlegung in den vorliegenden Böden die zu erwartenden Setzungen auf maximal 1,0 cm begrenzt werden.

### **5.2.5 Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung**

#### **Rohrstatik / Bauwerksstatik / Verbaustatik**

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke und für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen Bodenparameter heranzuziehen. Die dort gemachten weiteren Angaben sind zu beachten. Bezüglich der Unterschichtung ist dabei auf das jeweils nächstliegende Profil Bezug zu nehmen oder ist das ungünstigste Profil vereinfachend zu berücksichtigen. Der Bemessungswasserstand ist entsprechend den Angaben in Kapitel 3.3 festzulegen.

#### **Filterkiesschichten**

Für Filterkiesschichten, welche zur Wasserableitung oder für Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, wird vorliegend die Verwendung von hohlraumreichem Frostschutzkies mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil  $< 5,0$  M.-%, Sandanteil  $< 15$  M.-%) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) empfohlen. Auch Kies der Körnung 8/16 mm kann bei der Verwendung von geeigneten, geotextilen Trennlagen eingesetzt werden. Für sonstige Bodenaustauschmaßnahmen (ohne Wasserhaltungserfordernis) kann auch Wandkies bzw. Schotter (Feinkornanteil  $< 10$  M.-%) Verwendung finden.

#### **Graben- und Arbeitsraumverfüllung**

Stark schluffige Sande sowie bindige Ablagerungen sind generell für eine Rückverfüllung der Kanalgräben nur mäßig geeignet; nur bei  $\geq$  steifer Konsistenz bzw. bei den gemischtkörnigen Ablagerungen ist ein lagenweiser, ausreichend verdichteter Wiedereinbau (geringe Lagenstärken) mit geeignetem Verdichtungsgerät denkbar. Aufgrund der teils angetroffenen bindigen Böden sind hier voraussichtlich auch wal-kende Verdichtungsgeräte (Schafffußwalzen und vergleichbares Gerät) erforderlich. Nach dem Aushub der bindigen und sandigen Schichten wird eine geschützte Zwischenlagerung der Materialien erforderlich, um stärkere Vernässungen zu vermeiden. Bei einem Einbau unter befestigten Flächen bzw. setzungs- und rutschungsempfindlichen Bauwerken wird für die  $\geq$  steifen bindigen und stark schluffigen Böden (Homogenbereiche B1) generell eine Bodenverbesserung mit Mischbindemittel empfohlen, um die erforderlichen Verdichtungswerte ( $D_{Pr} \geq 98$  %) in diesen Bereichen (z. B. unter Straßen) zu erreichen.



Hierfür wäre eine Eignungsprüfung vor dem Einbau erforderlich. Insbesondere weiche Böden sind aufgrund ihrer erhöhten Wassergehalte in ihrem natürlichen Zustand nicht für Rückverfüllmaßnahmen heranzuziehen und wie auch die humosen Oberböden (Homogenbereich O1) besser abzufahren.

Ab einer Tiefe von 2,00 m unter GOK bis 2,70 m unter GOK ist der Übergang in den Felshorizont bzw. das Antreffen von größeren Steinen und Blöcken zu erwarten. Das Lösen von harten Gneisgestein sowie von eingelagerten Felsblöcken kann somit nach derzeitiger Einschätzung gegebenenfalls erforderlich werden. Es handelt sich dabei um leicht bis schwer lösbaren Fels der Bodenklasse 6 und 7 nach DIN 18300 (2012). Über Trennflächenabstände und Klüftigkeit liegen keine genauen Erkenntnisse vor. Es ist davon auszugehen, dass der Fels mit einem zeitlichen Mehraufwand durch Reißen und Meißeln im oberflächennahen Bereich noch abgebaut werden kann. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Felshorizont mit zunehmender Tiefe immer fester wird und nur noch mit großem Aufwand (Sprengen) zu lösen sein wird.

Als Rückverfüllmaterial (Fremdmaterial) können generell feinkornarme Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW / GE / GI / SW / SI / GU / SU nach DIN 18196 eingesetzt werden. Hierbei sind innerhalb der bindigen Böden abschnittsweise Lehmsperren vorzusehen, um einen Drainageeffekt und somit einen dauerhaft wassergesättigten Graben zu vermeiden. Zielführend wäre dort die Verwendung von geringer durchlässigem, schluffigen Kies- und Sandmaterial mit einem Feinkornanteil zwischen 15 M.-% und 20 M.-%.

Die Grabenrückverfüllung muss lagenweise bei ausreichender Verdichtung ( $D_{Pr} \geq 98 \%$  bzw. 100 %) erfolgen. Wir halten es für erforderlich, hier im Rahmen der Rückverfüllarbeiten Dichteprüfungen in einem Überwachungsumfang gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 17 durchzuführen, um auch im Falle von nicht ausreichenden Ergebnissen bei der Verdichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Unterhalb von Straßenoberbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTV E-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 17 (u.a. Tabelle 2) die „Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 89“ und ist das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

## **5.3 Straßenbau**

### **5.3.1 Allgemeines**

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens werden für die geplante Erschließungsstraße nachfolgend die erforderlichen, geotechnischen Angaben zur Bauausführung zusammengestellt. Es erfolgen Angaben zum Straßenaufbau und zur Tragfähigkeit des Planums für die Erschließungsstraße im betrachteten Baugebiet „Am Lerchenfeld“ des Marktes Ruhmannsfelden.

Es wird hierbei davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraße relativ geländegleich ohne stärkere, zusätzliche Auflasten erstellt wird, d. h., dass die Straßengradien-

te nur wenige Dezimeter (im Allgemeinen  $\leq 0,5$  m) über Geländeoberkante zu liegen kommt.

Sollten Einschnitte vorgesehen werden, wird in den hier vorliegenden bindigen Böden eine Böschungsneigung von maximal 1 : 1,6 empfohlen. Bei heterogener Schichtung bzw. bei Schichtwasserzufluss können auch Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. Steinschüttungen, erforderlich werden.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass Dammschüttungen und daraus resultierende zusätzliche Auflasten auf die erkundeten, i.d.R. nur gering – mäßig tragfähigen bindigen bis gemischtkörnigen Bodenschichten generell zu höheren absoluten Setzungen der Bauwerke führen und tendenziell eher nicht empfohlen werden. Sofern Dammschüttungen auf diesem Material notwendig werden, wird in jedem Fall zunächst eine Verbesserung des unterliegenden Erdplanums, bspw. eine mindestens einlagige Stabilisierung mit einem Kalk-Zement-Mischbindemittel, empfohlen. Sofern der Aufbau von Dammschüttungen ebenfalls aus in-situ-Aushubmaterial der bindigen bis stark schluffigen Ablagerungen erfolgen soll, wird hier ebenfalls zu einer durchgehenden chemischen Stabilisierung des Schüttmaterials und einem Einbau in mehreren Lagen  $d \leq 0,40$  m geraten. Die Böschungen von möglichen Schüttungen sind in Abhängigkeit von dem verwendeten Schüttmaterial mit einer maximalen Böschungsneigung von 1 : 1,5, besser jedoch mit  $\leq 1 : 2,0$ , auszubilden.

### **5.3.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus**

Zur Ermittlung der erforderlichen Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus ist das Trag- und Verformungsverhalten sowie die Frostepfindlichkeit des Untergrundes zu beachten. Der frostsichere Straßenaufbau ist so auszuführen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen am Oberbau entstehen.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden im Bereich des zukünftigen Planums der Erschließungsstraße des Baugebiets überwiegend bindige bzw. gemischtkörnige Böden erkundet, welche der Frostepfindlichkeitsklasse F2 bzw. F3 nach ZTV E-StB 17 zuzuordnen sind.

Das hier zu begutachtende Baugebiet liegt gemäß der Karte Frosteinwirkungszonen der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone III. Es ist somit ein Zuschlag von 15 cm zu berücksichtigen.

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle 6 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

**TABELLE 6: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12**

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV-E 17)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen		Zuschlag auf Grund Frost-einwirkungszone III	Summe Mindestdicke frostsicherer Aufbau
schluffige Sande (F2)	Bk 0,3	40 cm	+ 15 cm	55 cm
	Bk 1,0	50 cm	+ 15 cm	65 cm
bindige bzw. stark schluffige Böden (F3)	Bk 0,3	50 cm	+ 15 cm	65 cm
	Bk 1,0	60 cm	+ 15 cm	75 cm

Wie Tabelle 6 zu entnehmen ist, ist für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F3 bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 75 cm nach RStO 12 maßgebend. Für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F2 bei der Belastungsklasse Bk 0,3 ist eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm nach RStO 12 zu berücksichtigen.

Erfolgt die Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abflüsse und Rohrleitungen, können die o.g. Schichtdicken ggf. um 5 cm reduziert werden.

Die endgültige Dimensionierung hat aber durch den Planer zu erfolgen.

Als frostsichere Tragschicht können z.B. Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW und GI nach DIN 18196 (Feinkornanteil < 5,0 M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTV E-StB 17 verwendet werden. Die weiteren Maßgaben (z. B. die maßgebenden Körnungsbänder) der ZTV SoB-StB 20 sind hier ebenfalls zu beachten.

### **5.3.3 Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus**

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus die Tragfähigkeit des Untergrundes zu betrachten.

Gemäß der ZTV E-StB 17 ist in den anstehenden, nicht frostsicheren Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F2 bzw. F3) auf dem Erdplanum der Straße ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung ist in den genannten Böden ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  einzuhalten.

Stehen auf Höhe des Erdplanums Schluffe in  $\leq$  weicher Konsistenz an, wird voraussichtlich ein zusätzlicher Bodenaustausch von  $\geq 40 \text{ cm}$  auf einer geotextilen Vliestrennlage (GRK III) erforderlich. Sofern auf Erdplanumsniveau bindige Böden in mindestens steifer Konsistenz bzw. die stark schluffige Böden anstehen, wie hier derzeit erkundet, kann die erforderliche Austauschstärke voraussichtlich auf ca. 20 cm bis

30 cm vermindert werden. Die erforderliche Austauschstärke sollte in situ zu Beginn der Bauarbeiten durch entsprechende statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf Probefeldern ermittelt werden.

Alternativ kann im Baugebiet bei einer Gründung von Verkehrsflächen auf einem bindigen bzw. stark schluffigen Erdplanum auch eine Bodenverbesserung durch Einfräsen von Kalk bzw. Kalk-Zement-Binder zumindest in genannter Stärke ( $d \geq 0,40$  m) durchgeführt werden, um die geforderten Werte zu erreichen. Die erforderliche Verbesserungsstärke könnte in situ an Testfeldern differenziert festgelegt werden. Bei dieser Ausführungsvariante ist allerdings die mögliche Staubentwicklung zu berücksichtigen.

Erforderliche Zugabemengen bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind mittels Eignungsprüfung festzulegen. Überschlägig kann von Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von etwa 1,5 – 3,0 M.-% (z. B. im Rahmen der Ausschreibung) ausgegangen werden, was bei einer Lagenstärke von 40 cm etwa einer Aufstreumenge zwischen 15 kg/m<sup>2</sup> und 25 kg/m<sup>2</sup> entsprechen dürfte.

Das im Baufeldbereich angetroffene, schluffige bzw. gemischtkörnige Erdplanum erweist sich als stark witterungsempfindlich und neigt durch Walkbeanspruchung je nach Witterungseinfluss zur Verbreiung. Eine direkte Befahrung des anstehenden Bodens ist daher unbedingt zu vermeiden. Sofern zur Erhöhung der Tragfähigkeit keine chemische Stabilisierung des Bodens angestrebt wird, sondern ein Gründungspolster eingebaut werden soll, hat der Aushub bei feuchter Witterung im Rückwärts- und der Materialeinbau im Vor-Kopf-Verfahren zu erfolgen. Zudem ist eine Durchfeuchtung des Planums durch geeignete Maßnahmen nachhaltig zu verhindern. Sofern die bindigen bzw. sandigen witterungsbedingt stark durchfeuchtet sind, wird vorgeschlagen, als unterste Lage gebrochenes Schrottenmaterial, z. B. Körnung 50/150 mm, einzubauen und bestmöglich statisch in den anstehenden Boden einzudrücken (keine Vibrationsverdichtung).

Zur Entwässerung des Straßenunterbaus ist das Erdplanum mit einem ausreichenden Quergefälle gemäß ZTV E-StB 17 auszubilden und mittels Drainagen dauerhaft zu entwässern.

#### **5.3.4 Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht**

Das genannte Bodenaustauschmaterial zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Erdplanums (Untergrund) soll einen Feinkornanteil von  $\leq 10$  M.-% aufweisen und ist zumindest mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100$  % einzubauen (nach ZTV E-StB 17). Auf OK Erdplanum (UK Frostschuttschicht) ist, wie auch zuvor beschrieben, ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Nach Einbau der Tragschicht des Oberbaus und den anschließenden Verdichtungsmaßnahmen auf der Frostschuttschicht bzw. der Schotter- oder Kiestragschicht muss unterhalb der Asphaltdecke ein ausreichender Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> bzw. 120 MN/m<sup>2</sup> (je nach Bauklasse) nachgewiesen werden. Zusätzlich ist dabei ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  einzuhalten. Wenn der  $E_{v1}$ -Wert bereits 60 % des vorgenannten  $E_{v2}$ -Wertes erreicht, sind auch höhere Verhältniswerte  $E_{v2}/E_{v1}$  zulässig. Dies ist anhand statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuwei-

sen. Bezüglich des Umfangs der Eigenüberwachung und den Verdichtungsanforderungen wird auf die ZTV E-StB 17 verwiesen.

## 5.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Für eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser aus Dachflächen etc. sind die hier angetroffenen bindigen bzw. sandigen und teils stark schluffigen Ablagerungen, welche bis zu den Endteufen vorliegen, aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit entsprechend nicht geeignet ( $k_f$ -Werte überwiegend  $< 1 \cdot 10^{-6}$  m/s). Außerdem ist eine Entwässerung des Straßenunterbaus über das Erdplanum nicht möglich. Es wird daher eine Drainage im Straßenkoffer empfohlen. Auch die im Tieferen anstehenden Zersatzschichten eignen sich aufgrund der geringen Konnektivität und sehr dichten Lagerung nicht für eine Versickerung.

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. durchzuführen. Gemäß diesem Arbeitsblatt soll der versickerungsrelevante  $k_f$ -Wert im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen. Dieser Versickerungsbereich berücksichtigt auch eine ausreichend lange Aufenthaltszeit des Niederschlagswassers im Untergrund, um eine gewisse Vorreinigung vor dem Eintritt in das Grundwasser zu gewährleisten. Gleichzeitig sollen die Böden einen ausreichenden Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen um langfristig eine Versickerung in ausreichendem Umfang sicherzustellen.

In den vorliegenden Bodenschichten liegen jedoch weitestgehend Wasserdurchlässigkeiten im Bereich von  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6}$  m/s sowie eine geringe Konnektivität des sickertfähigen Porenraums vor, was Stauwasserbildung zur Folge haben kann. Es wird hier von einer Versickerung von Oberflächenwasser vor Ort eher abgeraten und es wird eine direkte Einleitung der Entwässerungseinrichtungen in einen Kanal oder eine Vorflut empfohlen.

Dabei wird eine gewisse Rückhaltung sowie Drosselung des anfallenden Wassers in einem Stauraumkanal oder einem Rückhaltebecken erforderlich werden. Bei einem Rückhaltebecken sind die Böschungen in den erkundeten bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden mit einer maximalen Neigung von  $\leq 1 : 1,25$ , besser  $1 : 1,6$ , auszubilden. Vor der Profilierung und Erstellung eines Beckens in den anstehenden Schichten sind vorab die evtl. stärker humosen Schichten abzutragen. Überwiegend dürften somit in den Böschungsbereichen und auch im Sohlbereich eines Beckens  $\geq$  steife bindige Böden bzw. stark schluffige Sande anstehen.

Zur Sicherstellung ausreichend stabiler Böschungsbereiche sind im Wasserwechselbereich auf Höhe der Sande ggf. auch zusätzliche Oberflächensicherungsmaßnahmen (z. B. mit Wasserbausteinen bzw. Lehmabdichtung) im Böschungsbereich vorzusehen. Die Abdichtung der Beckensohle kann innerhalb der Sandschichten mit einem Tonschlag oder z.B. mit Bentonitmatten erfolgen.

## 6. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin erfolgten Angaben zum Straßenbau und zu den Erfordernissen hinsichtlich der Wasserhaltung und der Kanalverlegung sowie zur Gründung von Bebauungen.

Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei nicht auszuschließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Aufschlussstellen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechanischen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 27.03.2024



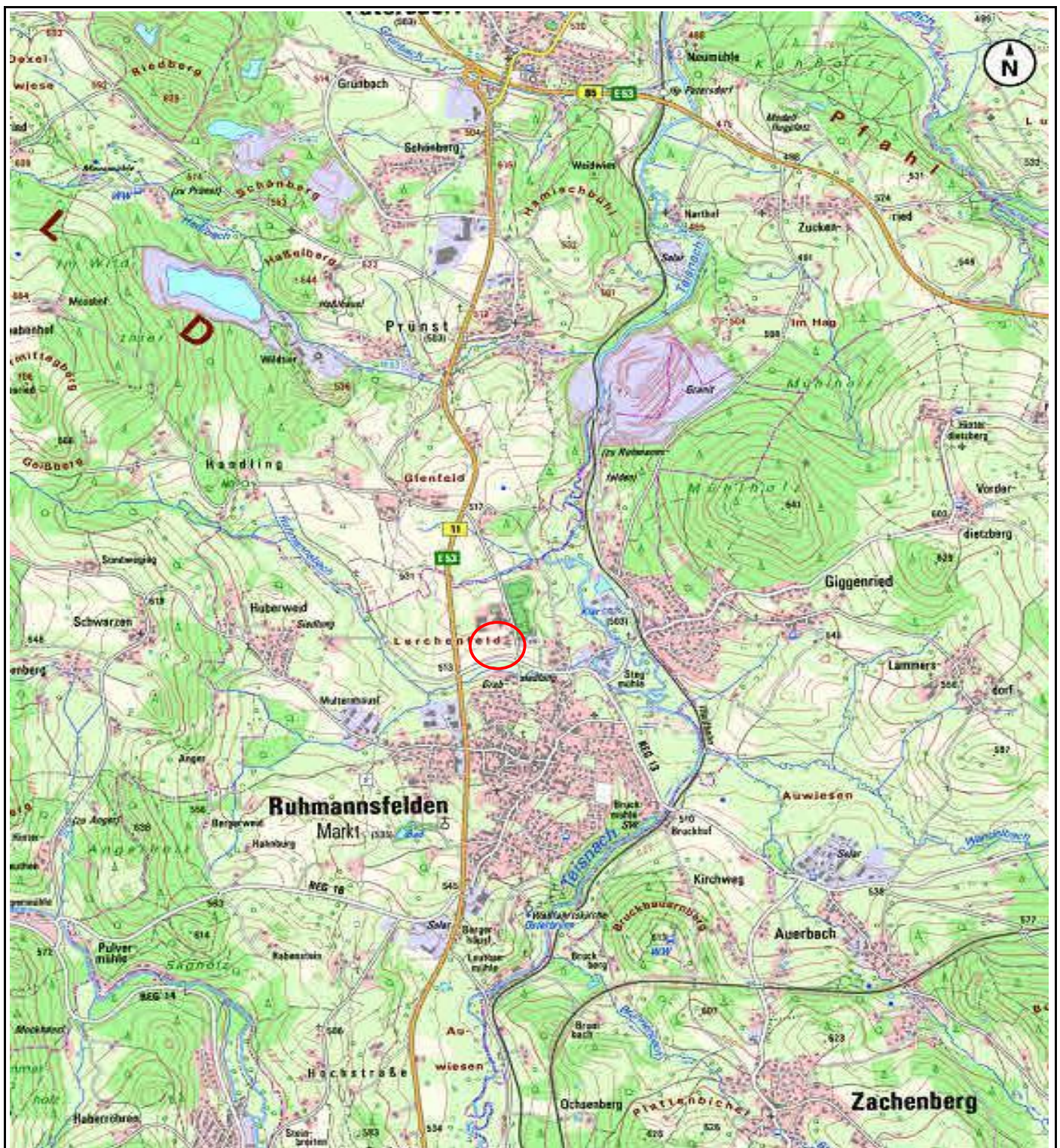
**Tobias Kufner**  
Geschäftsführer,  
Dipl.-Geoökologe (Univ.)



**Jasmin Kössl**  
M.Sc. GeoThermie

**Anlage 1**





Lage des Untersuchungsgebiets

## Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden - geotechnischer Bericht -

Auftraggeber:

**Markt  
Ruhmannsfelden**

Bearbeitung:

**F. Krümmel**

Datum:

**06.03.2024**

Maßstab:

**1 : 25.000**

Kartenvorlage:

**BayernAtlas**



**GeoPlan**

Donau-Gewerbepark 5

94486 Osterhofen

Tel.: +49 (0)9932 9544-0

Fax.: +49 (0)9932 9544-77

Anlage:

**1**

Blatt :

**1**

Projekt-Nr.:

**B2401004**

# Übersichtsplan



**Anlage 2**



"Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser: <b>GeoPlan</b> <small>Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen          FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77          E-MAIL: info@geoplan-online.de</small>			Planinhalt: Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden  <b>Lageplan Aufschlusspunkte</b>	Anlage: 2  Blatt-Nr.:
Projekt: B2401004 - NB Gewerbegebiet in Ruhmannsfelden Datei: 1_LP-1000_Aufschlusspunkte	Auftraggeber: Markt Ruhmannsfelden Schulstraße 23 94239 Ruhmannsfelden		Maßstab: 1:1000  Pr.-Nr.: B2401004	
bearbeitet: F. Prasch 18.04.2024 gezeichnet: F. Prasch 18.04.2024 geprüft: S. Ammering 18.04.2024	 <small>Projektleiter: Tobias Kufner</small>			

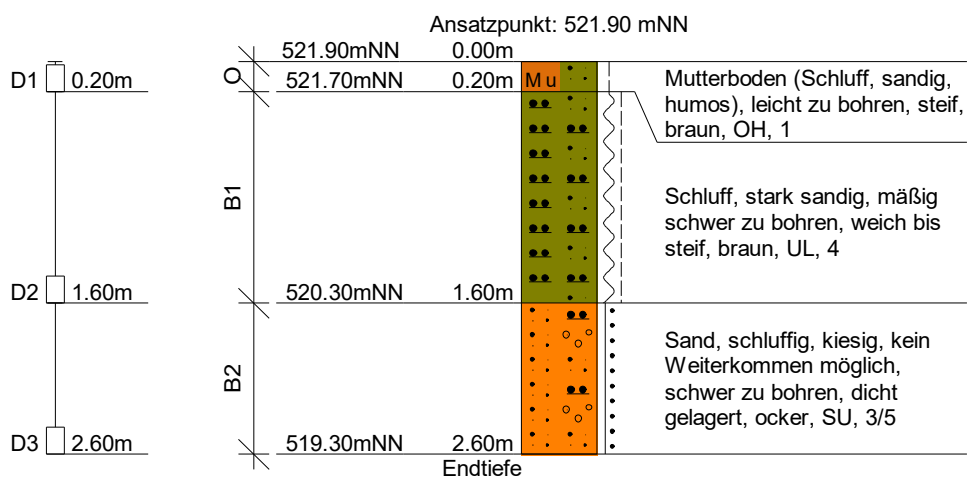
## **Anlage 3**



GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	NB Gewerbegebiet in Ruhmannsfelden	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2401004	
94486 Osterhofen	Datum	20.02.2024	
09932-95440	Rechtswert	4572021	Hochwert 5428406

## B1

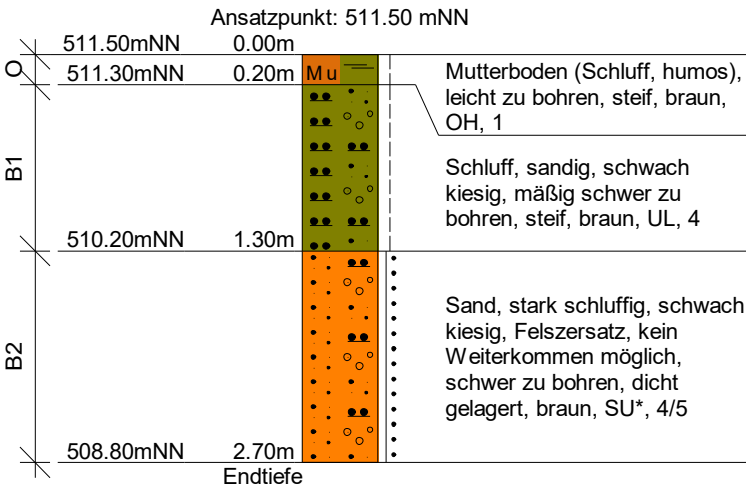




GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	NB Gewerbegebiet in Ruhmannsfelden	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2401004	
94486 Osterhofen	Datum	20.02.2024	
09932-95440	Rechtswert	4572028	Hochwert 5428301

B2



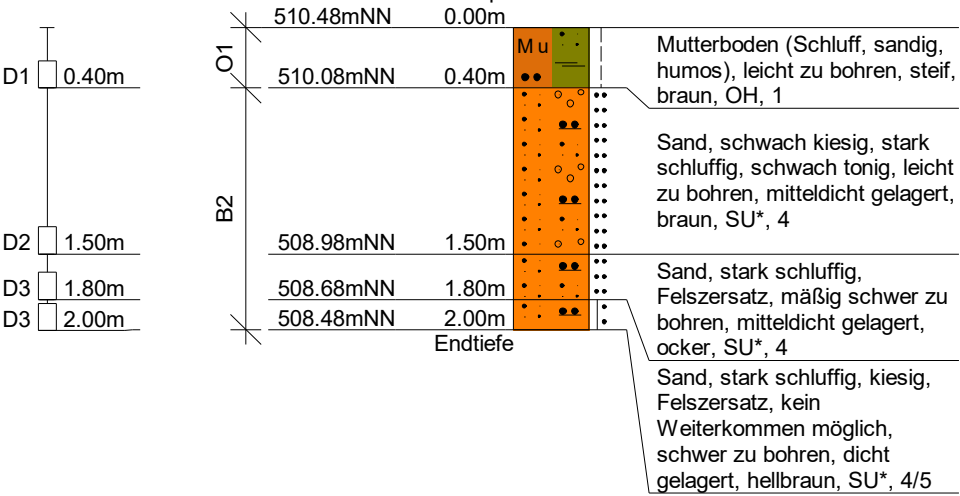


GeoPlan

Geoplan GmbH	Projekt	NB Gewerbegebiet in Ruhmannsfelden	
Donau-Gewerbepark 5	Projektnr.	B2401004	
94486 Osterhofen	Datum	20.02.2024	
09932-95440	Rechtswert	4572136	Hochwert 5428311

B3

Ansatzpunkt: 510.48 mNN





## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden

**Entnahme am:** 20.02.2024

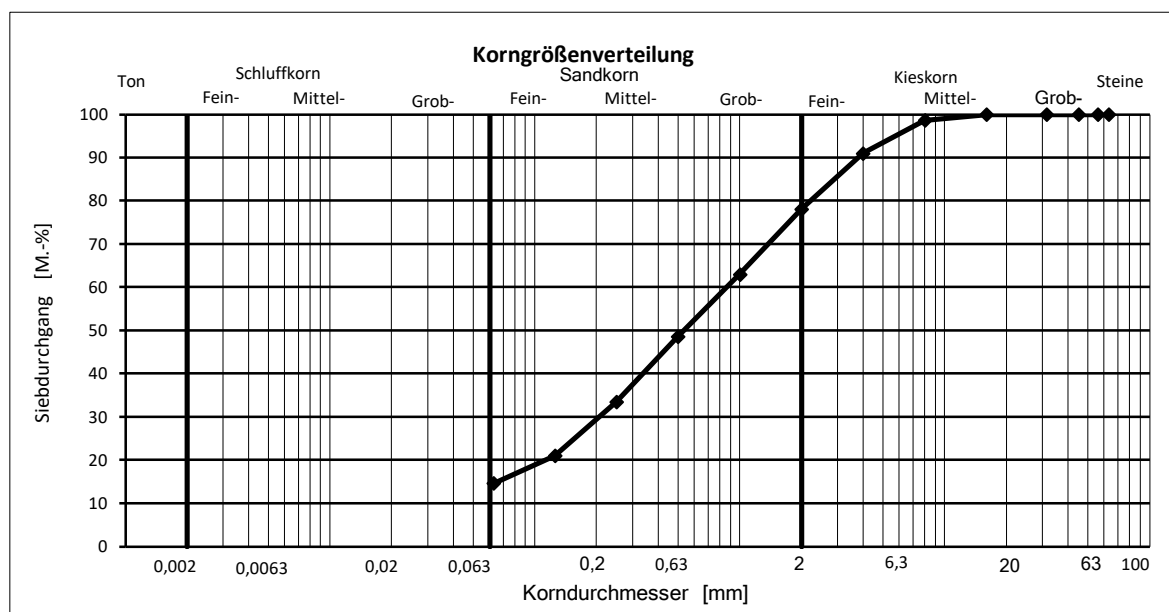
**Projektnummer:** B2401004

Probe Nr.	KGV B 1 D 3	
Entnahmetiefe [m u. GOK]	1,60 m - 2,60 m u. GOK	$C_u =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	9,49%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Sand, kiesig, schluffig	$k_f =$ 2,50E-05
Bodengruppe nach DIN 18196	SU	$d_{10} =$ n.b.
Art der Entnahme	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,22
Untersuchungsart:	Korngrößenverteilung	$d_{60} =$ 0,90

n.b. = nicht bestimmt

### Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	0,0	100,0
8,0	1,4	98,6
4,0	7,6	91,0
2,0	12,9	78,1
1,0	15,1	63,0
0,5	14,4	48,6
0,25	15,2	33,4
0,125	12,4	21,0
0,063	6,3	14,7
< 0,063	14,7	





## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden

**Entnahme am:** 20.02.2024

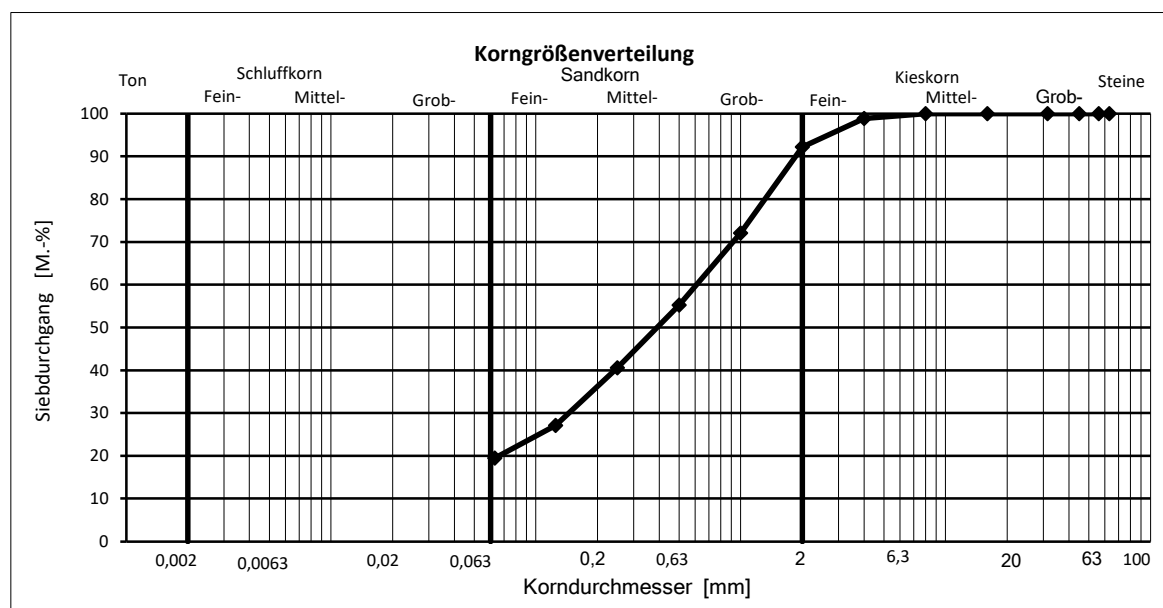
**Projektnummer:** B2401004

Probe Nr.	KGV B 2 D 3	
Entnahmetiefe [m u. GOK]	1,30 m - 2,70 m u. GOK	$C_u =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	15,10%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Sand, stark schluffig schwach kiesig	$k_f =$ 7,20E-06
Bodengruppe nach DIN 18196	SU*	$d_{10} =$ n.b.
Art der Entnahme	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ 0,15
Untersuchungsart:	Korngrößenverteilung	$d_{60} =$ 0,64

n.b. = nicht bestimmt

### Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	0,0	100,0
8,0	0,0	100,0
4,0	1,1	98,9
2,0	6,7	92,2
1,0	20,1	72,1
0,5	16,9	55,2
0,25	14,6	40,6
0,125	13,5	27,1
0,063	7,6	19,5
< 0,063	19,5	



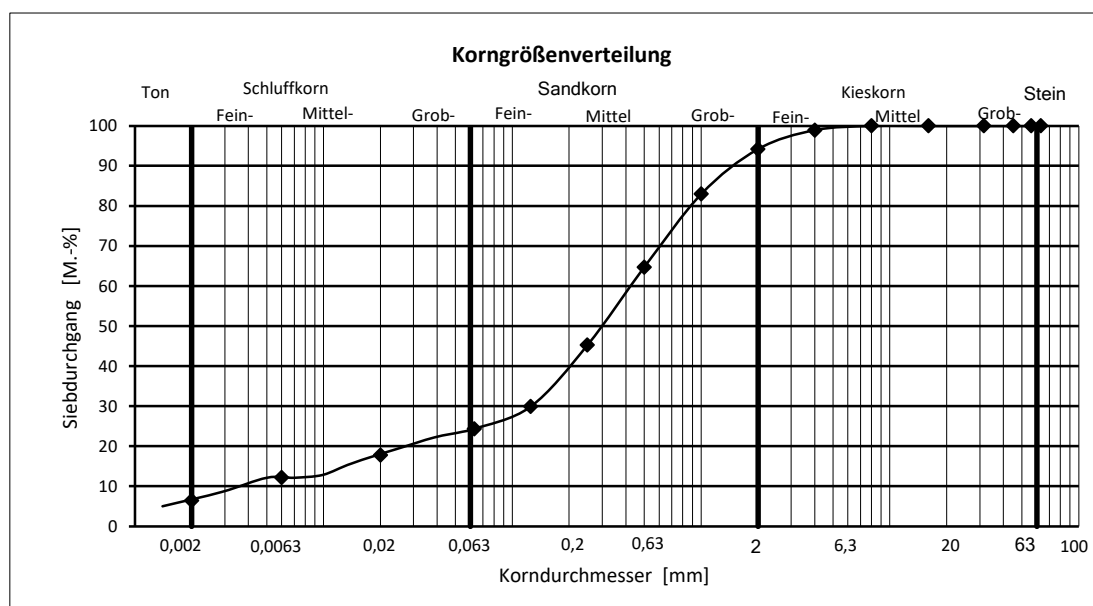
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden  
**Entnahme am:** 20.02.2024  
**Projektnummer:** B2401004

Probe Nr.	SS B 3 D 2	
Entnahmetiefe [m. u. GOK]:	0,40 - 1,50	U = 118,00
Benennung nach DIN 4022:	Sand, schwach kiesig, stark schluffig, schwach tonig	C <sub>c</sub> = 9,65
Entnahmewassergehalt:	24,63%	k <sub>f</sub> = 2,33E-07
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*	d <sub>10</sub> = 0,004
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung	d <sub>30</sub> = 0,126
Untersuchungsart:	komb. SiebschlÄmmanalyse	d <sub>60</sub> = 0,439

### Korngrößenverteilung nach DIN EN-ISO 17892-4

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
mm	M.-%	M.-%
63,00	0,0	100,0
56,00	0,0	100,0
45,00	0,0	100,0
31,50	0,0	100,0
16,00	0,0	100,0
8,00	0,0	100,0
4,00	1,1	98,9
2,00	4,7	94,2
1,00	11,2	83,0
0,50	18,3	64,7
0,25	19,4	45,3
0,125	15,4	29,9
0,063	5,6	24,4
0,020	6,5	17,8
0,006	5,6	12,2
0,002	5,7	6,4
0	6,4	





Projektbezeichnung:	Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfelden
Projektnummer:	B2401004
Auftraggeber:	Markt Ruhmannsfelden
Projektleiter:	Simon Ammering

		Analyseergebnisse (Grenzwertüberschreitungen sind eingefärbt)		Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen, Zuordnungswerte gemäß Anlage 2 und 3, Stand 11.05.2018				
Untersuchungsstelle		Agrolab		Z 0	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Entnahmedatum		20.02.2024						
Entnahmestelle der Probe		B 1 bis B 3						
Beschreibung der Probe		Natürliche Böden						
Probenbezeichnung		MP B 1/ B 2 D 2 (0,20-1,60 m)	B 2 D 3 (1,30-2,70 m)	Sand	Lehm / Schluff			
Originalsubstanz	Einheit							
Glühverlust	%	-	-	3 <sup>7)</sup>	3 <sup>7)</sup>	3 <sup>7)</sup>	3 <sup>7)</sup>	3 <sup>7)</sup>
TOC	%	-	-	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	<0,3	1	1	10	30	100
EOX	mg/kg	<1,0	<1,0	1	1	3	10	15
Arsen	mg/kg	<4,0	<4,0	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	17	16	40	70	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	<0,2	<0,2	0,4	1	2	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	63	93	30	60	120	200	600
Kupfer	mg/kg	21	39	20	40	80	200	600
Nickel	mg/kg	32	49	15	50	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	<0,05	<0,05	0,1	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	78	80	60	150	300	500	1500
KW-Index (C10-C40)	mg/kg	<50	<50	100	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,3	< 0,3	< 0,3	< 1,0	< 1,0
PAK-Summe nach EPA	mg/kg	n.b.	n.b.	3	3	5	15	20
PCB	mg/kg	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Eluat								
pH-Wert	-	8	8	6,5-9,0 <sup>1)</sup>	6,5-9,0 <sup>1)</sup>	6,5-9,0 <sup>1)</sup>	6,0-12 <sup>1)</sup>	5,5-12 <sup>1)</sup>
el. Leitfähigkeit	µS/cm	<10	<10	500 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>	500/2000 <sup>1) 2)</sup>	1000/2500 <sup>1) 2)</sup>	1500/3000 <sup>1) 2)</sup>
Chlorid	mg/l	<2,0	<2,0	250	250	250	250	250
Sulfat	mg/l	<2,0	<2,0	250	250	250	250/300 <sup>2)</sup>	250/600 <sup>2)</sup>
Phenolindex	µg/l	<10	<10	10 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	50 <sup>4)</sup>	100 <sup>4)</sup>
Cyanid gesamt	µg/l	<5	<5	10	10	10	50	100 <sup>3)</sup>
Arsen	µg/l	<5	<5	10	10	10	40	60
Blei	µg/l	<5	<5	20	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	2	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	<5	<5	15	15	30/50 <sup>2) 5)</sup>	75	150
Kupfer	µg/l	<5	<5	50	50	50	150	300
Nickel	µg/l	<5	<5	40	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	0,2 <sup>6)</sup>	0,2 <sup>6)</sup>	0,20/0,50 <sup>2) 6)</sup>	1 <sup>6)</sup>	2 <sup>6)</sup>
Zink	µg/l	<50	<50	100	100	100	300	600
DOC	mg/l	-	-	20-25 <sup>7)</sup>	20-25 <sup>7)</sup>	20-25 <sup>7)</sup>	20-25 <sup>7)</sup>	20-25 <sup>7)</sup>

Deklaration gem. Leitfaden:

**Z 1.1**   **Z 1.1**

**Bemerkung:** Eingetragene Werte sind auf signifikante Stellen gerundet.

**Fußnoten Eckpunktepapier (Stand 11.05.2018):**

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

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

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

5) Bei Überschreitung des Z 1.1-Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.)-Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

7) Zuordnungswerte gemäß LfU-Handlungshilfe für den Umgang mit geogen arsenhaltigen Böden, 08.2014.

**Legende:**

n.b. = Summenbildung nicht bestimmbar

> Z2

gefährlicher Abfall (rot eingefärbt)



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOPLAN GMBH  
DONAU-GEWERBEPARK 5  
94486 Osterhofen

Datum 08.03.2024

Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag 3526239 B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfeld  
Analysennr. 381229 Mineralisch/Anorganisches Material  
Probeneingang 04.03.2024  
Probenahme Keine Angabe  
Probennehmer Keine Angabe  
Kunden-Probenbezeichnung MP B1/B3 D2 0,20-1,60 m

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	84,3	0,1		DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	0,3		DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	1		DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	<4,0	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	17	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	63	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	21	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	32	3		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/kg	77,5	6		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.



Datum 08.03.2024

Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag

3526239 B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in  
Ruhmannsfeld

Analysennr.

381229 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP B1/B3 D2 0,20-1,60 m

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (28)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (52)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (101)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (118)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (138)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (153)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (180)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

## Eluat

Eluaterstellung				DIN 38414-4 : 1984-10
Temperatur Eluat	°C	19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		7,5	0	DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<10	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Anmerkung zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe gem. DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09:

Das Probenmaterial wurde mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Beginn der Prüfungen: 05.03.2024

Ende der Prüfungen: 08.03.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

# AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de



Datum 08.03.2024  
Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag **3526239** B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfeld  
Analysennr. **381229** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **MP B1/B3 D2 0,20-1,60 m**

**AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500**  
**serviceteam2.bruckberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

**Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.**

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.





AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

GEOPLAN GMBH  
DONAU-GEWERBEPARK 5  
94486 Osterhofen

Datum 08.03.2024

Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag 3526239 B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfeld  
Analysennr. 381230 Mineralisch/Anorganisches Material  
Probeneingang 04.03.2024  
Probenahme Keine Angabe  
Probennehmer Keine Angabe  
Kunden-Probenbezeichnung B2 D3 1,30-2,70 m

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	87,3	0,1		DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	0,3		DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	1		DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	<4,0	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	16	4		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	93	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	39	2		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	49	3		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/kg	80,2	6		DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05		DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.



Datum 08.03.2024

Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag

3526239 B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in  
Ruhmannsfeld

Analysennr.

381230 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

B2 D3 1,30-2,70 m

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (28)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (52)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (101)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (118)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (138)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (153)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB (180)	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

## Eluat

Eluaterstellung				DIN 38414-4 : 1984-10
Temperatur Eluat	°C	19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		7,8	0	DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<10	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Anmerkung zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe gem. DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09:

Das Probenmaterial wurde mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Beginn der Prüfungen: 05.03.2024

Ende der Prüfungen: 08.03.2024

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

# AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de



Datum 08.03.2024  
Kundennr. 140001741

## PRÜFBERICHT

Auftrag **3526239** B2401004 Neubau Gewerbegebiet, Am Lerchenfeld in Ruhmannsfeld  
Analysennr. **381230** Mineralisch/Anorganisches Material  
Kunden-Probenbezeichnung **B2 D3 1,30-2,70 m**

**AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500**  
**serviceteam2.bruckberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

**Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.**

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

AG Landshut  
HRB 7131  
Ust/VAT-Id-Nr.:  
DE 128 944 188

Geschäftsführer  
Dr. Carlo C. Peich  
Dr. Paul Wimmer  
Dr. Torsten Zurmühl



Seite 3 von 3

Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14289-01-00