



Fachbüro für Angewandte Geologie Dr. Holzhauser

Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach

Tel.: 0 94 05 / 95 65 34

mail@fag-holzhauser.de

Fachbüro für Angewandte Geologie Dr. Holzhauser
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach

VGem Siegenburg – Gemeinde Train
Marienplatz 13,

93354 Siegenburg

24.05.2025

Malmersdorf, Kernwegausbau

Bericht-Nr.: 060-B-24

GEOTECHNISCHER BERICHT

Baumaßnahme	Malmersdorf, Kernwegausbau
Auftraggeber	Gemeinde Train, Marienplatz 13, 93354 Siegenburg
Untersuchungszweck	Baugrunderkundung
Geotechnischer Bericht Nr.	060-B-24
Verteiler	1. Ausfertigung an Gemeinde Train 2. & 3. Ausfertigung an IB Wöhrmann (Herr Wöhrmann)

Inhaltsübersicht

VORGANG	4
1.1 Veranlassung.....	4
1.2 Fragestellung.....	4
1.3 Unterlagen.....	4
1.4 Beteiligte Projektanten.....	4
2 BAUMASSNAHME	5
2.1 Beschreibung der Maßnahme	5
2.2 Topographie – Morphologie - ehemalige Nutzung.....	5
2.3 Geologie - Hydrogeologie.....	5
3 ERKUNDUNG	6
3.1 Vorerkundung	6
3.2 Felderkundungen.....	6
3.3 Laboruntersuchungen.....	8
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	8
4.1 Baugrund.....	8
4.2 Hydrologische Verhältnisse	11
4.3 Bodenkennwerte	11
4.4 Belastungsgrad Untergrund	12
4.4.1 Beurteilung nach BBodSchV.....	13
4.4.2 Beurteilung nach sog. 'Eckpunktepapier'	14
4.5 Homogenbereiche	16
4.6 Versickerung	17
4.7 Schwarzdecke	19
5 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	19
5.1 Regenrückhaltebecken	19
5.1.1 Gründung Dammkörper.....	20
5.1.2 Aufbau des Dammkörpers	20
5.2 Straßenbau.....	22
6 EVENTUELLE GEFÄHRDUNG ODER STANDSICHERHEITSPROBLEME	25
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	26
8 LITERATUR	26

Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne
	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Detaillageplan
Anlage	2	Schichtenprofile
	2.1	Kleinrammbohrungen
	2.2	Baggerschürfe
Anlage	3	Schwere Rammsondierungen
Anlage	4	Statische Lastplattendruckversuche
Anlage	5	Sickerversuch
Anlage	6	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage	7	Chemische Laborversuche
Anlage	8	Fotodokumentation
	8.1	Baggerschürfe
	8.2	Schwarzdecke

Tabellen:

Tabelle 1:	Beteiligte Projektanten
Tabelle 2:	Durchgeführte Felduntersuchungen
Tabelle 3:	Bodenklassifizierung
Tabelle 4:	Bodenmechanische Kennwerte
Tabelle 5:	Analysewerte und Vorsorgewerte nach BBodSchV
Tabelle 6:	Legende für Analyseergebnisse
Tabelle 7:	Feststoffanalysen nach Eckpunktepapier
Tabelle 8a:	Eluatanalysen nach Eckpunktepapier
Tabelle 8b:	Eluatanalysen nach Merkblatt 3.4/2
Tabelle 9:	Einstufung der untersuchten Laborproben
Tabelle 10:	Homogenbereiche
Tabelle 11:	Ergebnisse der k_r -Wert-Bestimmung durch Sickerversuche
Tabelle 12:	Anforderungen an die Verdichtung (Straßenbau)

VORGANG

1.1 Veranlassung

Die Gemeinde Train beabsichtigt im Ortsteil Malmersdorf den Ausbau eines geschotterten Flurweges zu einem Weg in Pflasterbauweise sowie die Ertüchtigung von Seitengräben und die Anlage eines Regenrückhaltebeckens durchzuführen. Das *FAG Dr. Holzhauser* wurde hierzu mit Baugrunduntersuchungen und der Ausarbeitung eines Geotechnischen Berichtes beauftragt. Die Auftragsvergabe erfolgte auf der Grundlage des Angebotes vom 21.10.2024. Der Bericht soll die Grundlage für die anstehende Ausführungsplanung und Ausschreibung bilden.

1.2 Fragestellung

Mit dem vorliegenden geotechnischen Bericht sollen insbesondere folgende Sachverhalte behandelt und geklärt werden:

- Untersuchung und Beschreibung der anstehenden Böden
- Angaben zu den Grundwasserverhältnissen
- Stichprobenartige Bodenuntersuchung zur Feststellung der maßgebenden Eigenschaften und Kennwerte
- Bodenmechanische Bewertung der angetroffenen Böden, besonders im Hinblick auf deren Tragfähigkeit und Eignung zur Wiederverwendung

1.3 Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Topographische Karte 1 : 25.000, Blatt 7237 Siegenburg
- Digitale Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 7237 Siegenburg
- Lageplan der geplanten Baumaßnahme mit Eintragung der gewünschten Baugrundaufschlüsse im Maßstab 1: 5000, IB Wöhrmann vom 30.09.2024

1.4 Beteiligte Projektanten

An der Maßnahme beteiligte Projektanten soweit bekannt:

Tabelle 1: Beteiligte Projektanten

Auftraggeber (AG) Bauherr	VGem Siegenburg – Gemeinde Train, Marienplatz 13, 93354 Siegenburg Ansprechpartner: Frau Ostermeier veronika.ostermeier@siegenburg.de	Tel.	0 94 44 / 97 84 54
Planung	Ingenieurbüro Wöhrmann, Schlehenstr. 13a, 93095 Hagelstadt Ansprechpartner: Herr Wöhrmann info@ib-woehrmann.de	Tel. Fax	0 94 53 / 99 32 0 0 94 53 / 99 32 32
Auftragnehmer (AN)	FAG Dr. Holzhauser Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach Ansprechpartner: Herr Dr. Holzhauser mail@fag-holzhauser.de	Tel. mobil	0 94 05 / 95 65 34 01 75 / 845 34 78
Chemische Laborversuche	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg Ansprechpartner: Frau Pesic pinneberg@gba-group.de	Tel. Fax	0 41 01 / 79 46 0 0 41 01 / 79 46 26

2 BAUMASSNAHME

2.1 Beschreibung der Maßnahme

Das Untersuchungsgebiet befindet sich etwa 500 m nordöstlich von Malmersdorf auf den Flurstücken Nr. 141, 172 und 173 der Gemarkung Malmersdorf. Die Lage ist in Anlage 1 dargestellt.

Gegenstand der Maßnahme ist ein ca. 600 m langer, derzeit geschotterter Feldweg einschließlich eines kurzen nach Süden abzweigenden Abschnitts. Der vorhandene Weg soll in Pflasterbauweise – teilweise mit Sickerpflaster – entsprechend der Belastungsklasse Bk 0,3 bis 1,0 sowie den Richtlinien für den ländlichen Wegebau ausgebaut werden. Geplant sind außerdem:

- die Wiederverwendung vorhandener Bausubstanz (Schotter, Frostschutz),
- die Ertüchtigung und Ergänzung der bestehenden Seitengräben und Rohrdurchlässe sowie
- die Anlage eines Regenrückhaltebeckens mit Notüberlauf und Drosselbauwerk (Mönch) auf Flurstück Nr. 173 (Schurf 2).

Zum geplanten Regenrückhaltebecken liegen derzeit keine Detailangaben vor. Aufgrund der Geländeneigung ist von einer Dammschüttung auf der Westseite auszugehen. Das Rückhaltevolumen soll durch Abgrabung im Beckenbereich zusätzlich vergrößert werden.

Die geotechnische Einstufung erfolgt gemäß DIN 1054:2010-12, Abschnitt 12.1.2, wonach die Zuordnung von Stauanlagen mit einem Volumen < 100.000 m³ anhand der Höhe des Wasserspiegels bei Vollstau über dem anschließenden Gelände auf tragfähigem Baugrund vorzunehmen ist.

Auf Basis einer verfügbaren Fläche von ca. 750 m² und einer angenommenen Tiefe von etwa 5 m (inkl. Abgrabung) ergibt sich ein überschlägiges maximales Stauvolumen von rund 3.750 m³. Bei einer angenommenen maximalen Dammhöhe von ≤ 2 m über dem luftseitigen Böschungsfuß ist das Regenrückhaltebecken der Geotechnischen Kategorie GK 1 zuzuordnen.

Weiterhin ist die Anlage gemäß Merkblatt DWA-M 522 aufgrund des geringen Volumens und der geringen Dammhöhe als sogenannte „kleinste Stauanlage“ einzuordnen.

2.2 Topographie – Morphologie - ehemalige Nutzung

Der Flurweg beginnt im Westen auf einer Höhe von ca. 420 mNN und steigt in östlicher Richtung innerhalb eines flachen Taleinschnitts kontinuierlich auf etwa 455 mNN an.

Laut dem Uraufnahmeblatt der Flurkarte wurden die östlichen rund zwei Drittel der heutigen Trasse bereits vor ca. 200 Jahren als Flurweg genutzt. Im westlichen Drittel deutet der Kartenvergleich darauf hin, dass der Wegverlauf im Zuge einer späteren Flurbereinigung nach Norden verlegt wurde.

An den Flurweg angrenzend befinden sich im Norden und Süden überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen.

2.3 Geologie - Hydrogeologie

Nach der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 7237 *Siegenburg* im Maßstab 1:25.000, wird der tiefere geologische Untergrund des Untersuchungsgebiets von der sogenannten *Nördlichen Vollschotter-Abfolge* aufgebaut. Diese mittel-miozänen Ablagerungen bestehen ungegliedert aus kiesreichem, quarzdominiertem Material mit Kristallingesteins- und untergeordneten Karbonatgeröllen. Desweiteren können Sand, (glimmerführend) und Ton, Schluff oder Mergel auftreten.

Überlagert wird diese Schotterabfolge von pleistozänem Löss in Form eines feinsandigen, karbonatischen Schluffs. Im Taleinschnitt sind darüber hinaus polygenetische Talfüllungen aus Lehm, sandigen bis kiesigen Sedimenten mit wechselnder Zusammensetzung in Abhängigkeit vom jeweiligen Einzugsgebiet zu erwarten.

Einen Überblick zu den hydrogeologischen Verhältnissen bietet die „Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 11 Regensburg“ im Maßstab 1:100.000. Demnach liegt der Grundwasserspiegel im Lockergesteinsbereich des Tertiärs typischerweise in einer Höhe von etwa 395 mNN bis 400 mNN. Das entspricht einer Tiefe von ca. 20 m bis 55 m unter Geländeoberkante (GOK). Es handelt sich um einen Porengrundwasserleiter mit genereller Fließrichtung nach Nordwesten.

3 ERKUNDUNG

3.1 Vorerkundung

Die geplante Baumaßnahme liegt nach Auswertung der öffentlich zugänglichen Kartenportale des Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen und für Heimat (*BayernAtlas*, Stand: 05.05.2025) außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, festgesetzten Überschwemmungsgebieten sowie Hochwassergefahrenflächen. Die westlichen etwa zwei Drittel der Trasse befinden sich jedoch innerhalb eines als *wassersensibel* eingestuften Bereichs. Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) in der Frosteinwirkungszone II. Nach DIN 4149:2005-04 (bzw. DIN EN 1998-1/NA) befindet sich das Gebiet in Erdbebenzone 0 und gilt somit als nicht erdbebengefährdet.

Im Bereich des Flurweges verläuft eine Stromleitung der Bayernwerke.

3.2 Felderkundungen

Die Felderkundungen wurden am 30.01. und 25.02.2025 durchgeführt. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anlage 1.2 dargestellt. Der Angebotsanfrage lag ein Lageplan mit einem Vorschlag zur Verteilung der Aufschlusspunkte bei, auf dessen Grundlage die Positionierung der Erkundungspunkte erfolgte. Dabei war die örtliche Lage vorhandener Sparten zu berücksichtigen. Insgesamt wurden folgende Baugrundaufschlüsse ausgeführt:

Tabelle 2: Durchgeführte Felduntersuchungen

Anzahl	Art des Untersuchungspunktes	Bezeichnung im Lageplan	max. Tiefe [m]	Ergebnisse
4	Kleinrammbohrungen	RKS	2,0	Anlage 2
4	Baggerschürfe	Schurf	4,0	
4	Schwere Rammsondierungen	DPH	5,0	Anlage 3
3	Statische Lastplatten-druckversuche	PDV	-	Anlage 4
1	Sickerversuch	Sickerversuch	-	Anlage 5

Die Kleinrammbohrungen wurden durch das *FAG Dr. Holzhauser* ausgeführt. Bei einer Kleinrammbohrung wird eine Ein-Meter-Sonde (seitlich offenes Hohlrohr aus Stahl, Ø 80 mm - 50 mm) senkrecht in den Boden gerammt, bis nur noch der Schlagkopf aus dem Boden ragt und die Sonde mit Bodenmaterial gefüllt ist. Nach dem Ziehen der Sonde kann der Bodenaufbau dokumentiert und Proben für bodenmechanische oder chemische Untersuchungen entnommen werden. Das geförderte Bohrgut wird anschließend vollständig aus der Sonde entfernt, und der nächste Meter wird im unverrohrten Bohrloch erbohrt.

Der Einsatz von Kleinrammbohrungen ist begrenzt. Die höhenmäßige Feststellung der Schichtgrenzen kann unsicher sein, und es besteht die Gefahr, dass weiche Schichten durch Pfropfenbildung überlagernder fester Schichten verdrängt werden. In der Höhe der grundwasserführenden Böden sowie durch das Nachdrücken der Böden kann es zu einem Kollabieren bzw. teilweisen Verschließen der unverrohrten Bohrlöcher kommen. Aufgrund des relativ kleinen Innendurchmessers der Sonden ist die Eignung des Bohrverfahrens gemäß DIN EN ISO 22475-1 auf feinkörnige Böden und Sande begrenzt (Böden mit Korndurchmessern bis höchstens 1/5 des Innendurchmessers des Bohrwerkzeugs). Die vorliegend erkundeten Böden liegen teilweise außerhalb des in der DIN EN ISO 22475-1 angegebenen Eignungsbereichs.

Gemäß DIN EN ISO 22475-1 lassen sich mittels Kleinrammbohrungen nur Bodenproben der Güteklasse 5 gewinnen. Die Schichtenprofile liegen als Anlage 2.1 bei.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten wurde gemäß Auftrag im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens durch einen Sickerversuch bestimmt. Hierzu wurde die Grube des Schurfs 2 mit Wasser befüllt. Nach einer Durchfeuchtungsphase der Schurfwände begann der eigentliche Versuch, bei dem die Versickerungszeit einer definierten Wassermenge aufgezeichnet wurde.

Die Baggerschürfe wurden durch die *Englmann GmbH & Co. KG, Mitterfeldstraße 7, 93077 Bad Abbach*, hergestellt. Die Verfüllung erfolgte mit dem Aushubmaterial. Die Aufnahme der Schichtenprofile sowie die Durchführung der statischen Lastplattendruckversuche und des Sickerversuchs erfolgten durch das *FAG Dr. Holzhauser*. Das für den Sickerversuch benötigte Wasser wurde bauseits über einen Wasserwagen bereitgestellt. Die Schichtenprofile der Baggerschürfe sind in Anlage 2.2 enthalten, eine zugehörige Fotodokumentation in Anlage 8.1. Die Ergebnisse der statischen Lastplattendruckversuche sind in Anlage 4 dargestellt; die Auswertung des Sickerversuchs befindet sich in Anlage 5.

Zur indirekten Bestimmung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen sowie zur Erkundung des Ramm- und Bohrverhaltens wurden durch das *FAG Dr. Holzhauser* vier Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt. Die dabei ermittelte Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe über die gesamte Sondierstrecke liefert ein interpretierbares Maß für die Lagerungsdichte nichtbindiger bzw. die Konsistenz bindiger Böden. Darüber hinaus lassen sich Rückschlüsse auf Mantelreibung, Spitzendruck, Lagerungswechsel sowie auf die zulässige Bodenpressung ziehen. Die zugehörigen Rammprofile sind in Anlage 3 enthalten.

Im Bereich des östlichen Trassenendes, an der Einmündung in einen in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Asphaltweg, wurde zur Ermittlung der Schichtmächtigkeit und einer möglichen Belastung der vorhandenen Schwarzdecke ein Asphaltbohrkern entnommen.

3.3 Laboruntersuchungen

Weiterführende bodenmechanische Laboruntersuchungen waren im Rahmen der Angebotseinholung nicht vorgesehen. Die Ansprache und geotechnische Einstufung der Böden erfolgten daher im Wesentlichen auf Grundlage feldbasierter Verfahren. In Abstimmung mit dem Planer wurden ergänzend drei Proben aus den vorhandenen Schotter- und Frostschuttschichten entnommen, um deren Wiederverwendbarkeit zu beurteilen. An diesen Proben wurde die Korngrößenverteilung gemäß DIN 17891-2 bestimmt. Zur Bewertung des chemischen Belastungsgrades der erbohrten Böden wurden darüber hinaus orientierende chemische Untersuchungen beauftragt. Mit der Durchführung dieser Analysen wurde das akkreditierte Prüflabor *GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH* betraut.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Baugrund

Nachstehend werden die bautechnischen Eigenschaften, Verwendungsmöglichkeiten sowie die zugehörigen Bodengruppen der im Erkundungsgebiet angetroffenen Schichten detailliert beschrieben. Bodenschichten mit vergleichbaren Eigenschaften wurden dabei zu sogenannten Schichtpaketen zusammengefasst. Die Angaben beruhen auf den Baugrundaufschlüssen innerhalb des Untersuchungsgebiets, der augenscheinlichen Bodenansprache im Gelände sowie den Ergebnissen der vorliegenden Laboruntersuchungen. Zur besseren Orientierung werden ergänzend auch die Bodenklassen gemäß der zurückgezogenen DIN 18300:2012-09 aufgeführt. Diese Klassifikation wurde mit Einführung der aktuellen Fassung DIN 18300:2015-08 aufgehoben und durch das Konzept der sogenannten Homogenbereiche ersetzt. Eine Zuordnung in Homogenbereiche erfolgt in Kapitel 4.5.

Schichtpaket 1:

Beschreibung
Bodengruppe [DIN 18 196]
Bodenklasse
[DIN 18 300:2012-09]
Schichtdicke/Untergrenze

Oberboden

dunkelbrauner sandiger, schluffiger Mutter- und Oberboden
OH, OU
1 (Oberboden)

Verbreitung

im gesamten Untersuchungsgebiet zu erwarten

Bemerkung

Falls er nicht sofort weiterverwendet wird, ist er getrennt von den anderen Bodenarten und abseits vom Baubetrieb zu lagern. Er darf nicht durch Beimengungen (wie z.B. Baurückstände, Metalle, Glas) verschlechtert oder durch Befahren oder auf andere Weise verdichtet werden.

Schichtpaket 2:

Schichtpaket 2a:

Beschreibung

Bodengruppe [DIN 18 196]

Bodenklasse

[DIN 18 300:2012-09]

Verbreitung

Schichtdicke/Untergrenze

Lagerungsdichte

Eigenschaften

[nach DIN 18196]

Beurteilung

Bemerkung

Schichtpaket 2b:

Beschreibung

Bodengruppe [DIN 18 196]

Bodenklasse

[DIN 18 300:2012-09]

Verbreitung

Schichtdicke/Untergrenze

Lagerungsdichte

Eigenschaften

[nach DIN 18196]

Beurteilung

künstliche Auffüllungen

Tragschicht Flurweg

grauer, hellbrauner, graubrauner sandiger bis stark sandiger, schwach schluffiger bis schluffiger Kies bzw. stark kiesiger, schwach schluffiger bis schluffiger Sand, Kalksteinbruchmaterial, oberflächlich z.T. dunkelbraun und mit erhöhtem Schluffanteil

[GW, GU, SW, SU]

3 leicht lösbare Bodenarten

im gesamten Bereich der befestigten Flächen zu erwarten

mit ca. 0,1 m bis 0,4 m erkundet, Mächtigkeiten können kleinräumig variieren

mitteldicht, (dicht)

Scherfestigkeit:

sehr groß

Verdichtungsfähigkeit:

gut bis sehr gut

Zusammendrückbarkeit:

sehr gering bis

vernachlässigbar klein

Durchlässigkeit:

groß bis mittel

Frostempfindlichkeit:

groß bis

vernachlässigbar klein

bodenmechanisch zur Wiederverwendung z.B. als Bodenaustauschpolster geeignet, als Frostschutzmaterial aufgrund des erhöhten Feinkornanteils nicht geeignet

Im Schurf 4 wurden Beimengungen von SD-Bruch angetroffen

Bodenaustausch Flurweg

hellbrauner, z.T. toniger Sand mit wechselndem Kiesanteil

[SW, SE, SI, ST, SU]

3 leicht lösbare Bodenarten

mit Ausnahme von RKS 1 und Schurf 1 im gesamten Bereich des bestehenden Flurweges erkundet

mit ca. 0,2 m bis 0,55 m erkundet, Mächtigkeiten können kleinräumig variieren

mitteldicht

Scherfestigkeit:

groß bis sehr groß

Verdichtungsfähigkeit:

mittel bis sehr gut

Zusammendrückbarkeit:

mittel bis

vernachlässigbar klein

Durchlässigkeit:

groß bis gering

Frostempfindlichkeit:

groß bis

vernachlässigbar klein

bei geringem Anteil bindiger Bestandteile aus bodenmechanischer Sicht zur Wiederverwendung geeignet, z. B. als Bodenaustauschpolster

Schichtpaket 3:

Beschreibung

Bodengruppe [DIN 18 196]

Bodenklasse

[DIN 18 300:2012-09]

Verbreitung

Schichtdicke/Untergrenze

Konsistenz

Eigenschaften

[nach DIN 18196]

Beurteilung

Bemerkung

Decklehme

graubraune, ockerbraune, gelbbraune, hellockerbraune Schluffe mit variierendem Sandanteil, z.T. stark schluffige Feinsande

UL, UM, TL, TM, SU*

4 (2) mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten

bei Wasserzutritt fließende Bodenarten möglich

im gesamten Untersuchungsgebiet zu erwarten

Schichtmächtigkeit überwiegend nicht vollständig aufgeschlossen, im Schurf 1 mit 0,8 m, in Schurf 2 mit 2,65 m Mächtigkeit erkundet. Mächtigkeit sowie Zusammensetzung können kleinräumig variieren

weich, weich – steif, steif

Scherfestigkeit:

gering bis groß

Verdichtungsfähigkeit:

schlecht bis mittel

Zusammendrückbarkeit:

groß bis gering

Durchlässigkeit:

mittel bis

vernachlässigbar klein

Frostempfindlichkeit:

sehr groß bis mittel

bodenmechanisch nicht oder nur mit erhöhtem Aufwand (Bodenverbesserung) zur Wiederverwendung geeignet

Mischung aus Löß- & Verwitterungslehmen, Solifluktsböden => hinsichtlich Zusammensetzung und Wassergehalt kleinräumig wechselnd, z.T. sandige Lagen analog Schichtpaket 4 eingelagert (Schurf 4)

Schichtpaket 4:

Beschreibung

Bodengruppe [DIN 18 196]

Bodenklasse

[DIN 18 300:2012-09]

Verbreitung

Schichtdicke/Untergrenze

Konsistenz/Lagerungsdichte

Eigenschaften

[nach DIN 18196]

tertiäre Sande und Kiese

hellbraune, braune schwach bis stark schluffige kiesige Sande und sandige Kiese, Rundkornmaterial

GU*, GU, SU*, SU, SW, GW

3, 4 (2) leicht bis schwer lösbare Bodenarten

bei Wasserzutritt fließende Bodenarten möglich

im gesamten Untersuchungsgebiet zu erwarten

Gesamtmächtigkeit nicht erkundet, Mächtigkeit sowie Zusammensetzung können kleinräumig variieren

mitteldicht, dicht

Scherfestigkeit:

groß bis sehr groß

Verdichtungsfähigkeit:

mittel bis sehr gut

Zusammendrückbarkeit:

mittel bis

vernachlässigbar klein

Durchlässigkeit:

groß bis

sehr gering

Frostempfindlichkeit:

sehr groß bis

vernachlässigbar klein

In nachfolgender Tabelle sind die Bodengruppen nach DIN 18 196 sowie die Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09 aufgeführt. Zur Orientierung werden auch die Bodenklassen der zurückgezogenen DIN 18 300 (Stand 2012-09) angegeben, die allerdings mit Einführung der aktuellen DIN

18 300 (Stand 2015-08) abgeschafft und durch die sog. Homogenbereiche ersetzt wurden. Eine Einteilung der Homogenbereiche erfolgt in Kap. 4.5.

Tabelle 3: Bodenklassifizierung

Schichtpaket/ Lithologie	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 [Stand: 2012-09]	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09
1 / Oberboden	OH, OU	1	F 2, F 3
2a /Tragschicht Flurweg	[GW, GU, SW, SU]	3	F 1, F 2
2b / Bodenaustausch Flurweg	[SW, SE, SI, ST, SU]	3	
3 / Decklehm	UL, UM, TL, TM, SU*	4 (2)	F 3
4 / tertiäre Sande und Kiese	GU*, GU, SU*, SU, SW, GW	3, 4 (2)	F 1 – F 3

4.2 Hydrologische Verhältnisse

In keinem der durchgeführten Baugrundaufschlüsse wurde Grundwasser angetroffen. Das erste zusammenhängende Grundwasserstockwerk befindet sich im Lockergestein des Tertiärs in einer Höhe von etwa 395 mNN bis 400 mN. Dies entspricht einer Tiefe von ca. 20 m bis 55 m unter Geländeoberkante (GOK). Es handelt sich um einen Porengrundwasserleiter mit einer generellen Fließrichtung nach Nordwesten.

Bei eingeschalteten bindigen Zwischenschichten (Grundwasserhemmern) ist das zeitweise Auftreten von Schichtenwasser, insbesondere infolge von Niederschlägen, nicht auszuschließen.

4.3 Bodenkennwerte

Unter Bezugnahme auf DIN 1054, DIN 1055, DIN 18196, DIN 18300, H.TÜRKE [1] und Erfahrungswerte in vergleichbaren Böden können den angetroffenen Böden im ungestörten Zustand folgende geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte zugrunde gelegt werden. Bei den **fett** hervorgehobenen Werten handelt es sich um die charakteristischen Werte, die nach DIN 1054 als vorsichtige Schätzwerte der jeweiligen Bodenkenngröße im maßgeblichen Bereich angesetzt werden können. Es kann nach DIN 1054 in Abhängigkeit von der Problemstellung bzw. der Auswirkung des Ansatzes der charakteristischen Werte sowie in Zweifelsfällen erforderlich sein, die Nachweise auch mit den oberen bzw. unteren charakteristischen Werten der Bodenkenngrößen zu führen. Bei Auflockerungen können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

Grundlage sind die durchgeführten Erkundungen, die systembedingt nur einen stichprobenartigen Charakter haben. Die aufgeführten Bodenkennwerte basieren im Wesentlichen auf Literaturangaben und Erfahrungswerten. Sollen Angaben und Werte mit geringerer Schwankungsbreite angegeben werden, so sind ergänzende Labor- und Felduntersuchungen durchzuführen.

In kritischen Lastfällen sollten immer die jeweils ungünstigeren Angaben herangezogen werden.

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte

Schichtpaket/ Lithologie	Wichte erd- feucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Rei- bung ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchläs- sigkeits- beiwert k [m/s]
2a /Tragschicht Flurweg	19 – 22 20	11 – 14 12	32,5 – 37,5 35	0 0	50 – 100 75	$10^{-2} - 10^{-7}$ 10^{-5}
2b / Bodenaus- tausch Flurweg	18 – 21,5 19	10 – 12 11	27,5 – 32,5 30	0 – 2 0	30 – 50 40	$10^{-3} - 10^{-7}$ 10^{-5}
3 / Decklehm	19 – 21,5 20	9 – 11,5 10	22,5 – 27,5 25	0 – 5 2	2 – 15 5	$10^{-7} - 10^{-10}$ 10^{-8}
4 / tertiäre Sande und Kiese	19 – 22 20	10,5 – 14 11	22,5 – 35 27,5	0 - 10 0	30 – 100 70	$10^{-2} - 10^{-7}$ 10^{-5}

4.4 Belastungsgrad Untergrund

Im Rahmen der Felduntersuchungen wurden keine organoleptisch auffälligen Bodenschichten angetroffen. Zur orientierenden Beurteilung der Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten wurden aus den entnommenen Einzelproben gemäß Tabelle 5 insgesamt sechs Bodenmischproben gebildet. Diese wurden hinsichtlich der Vorsorgewerte gemäß BBodSchV [2] (für Oberböden) sowie nach den Maßgaben des sogenannten Eckpunktepapiers [3] (für mineralische Böden) analysiert und bewertet. Zur Abschätzung möglicher Belastungen aus dem landwirtschaftlichen Umfeld, insbesondere durch die benachbarten Hopfengärten, wurde das Analysenspektrum um Parameter aus dem Bereich der Pflanzenschutzmittel erweitert.

Tabelle 5: Untersuchte Mischproben

Mischprobe	Einzelproben	Parameterumfang
Oberboden 1	Oberbodenproben entnommen bei Schurf 1, Schurf 3 & Schurf 4	BBodSchV [2], Anl. 1, Tab.1 + Tab.2, zzgl. DDT, DDX, Hexachlorbenzol im Feststoff
Oberboden 2	Oberbodenproben entnommen bei Schurf 2	
MP 1 Schichtpakete 2 Tragschicht & Bodenaustausch Flurweg	E1.1, E1.2, E3.1, E3.2, E4.1, E4.2	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen [3], Anl. 2 & 3, zzgl. Kupfer im FS Analytik im Eluat (1:10), Glyphosat, AMPA, Atrazin, Bromacil, Diuron, Hexazinon, Simazin, Desethylatrazin, Dimefuron, Ethidimuron, 2,6-Dichlorbenzamid, Terbutylazin, Flumioxazin, Flazasulfuron, DDT, DDX gesamt
MP 2 Schichtpakete 3 Decklehm RKS1, RKS2, Schurf 1	D1.1, D1.2, D2.2, E1.3	
MP 3 Schichtpakete 3 Decklehm Schurf 2	E2.1, E2.2	
MP 4 Schichtpakete 3 Decklehm RKS 3 & 4, Schurf 3 & 4	D3.1, D4.1, E3.3, E4.3	

4.4.1 Beurteilung nach BBodSchV

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen sind in den folgenden Übersichten dargestellt. Zum Vergleich der Messdaten mit den Vorsorgewerten sind diese mit angegeben.

Tabelle 5: Analysewerte und Vorsorgewerte nach BBodSchV ¹⁾

Parameter	Einheit	Oberboden 1	Oberboden 2	Vorsorgewert Bodenart ²⁾ Lehm/Schluff TOC-Gehalt ≤ 4%
Arsen	mg/kg	7,9	9	20
Blei ³⁾	mg/kg	16	14	70
Cadmium ⁴⁾	mg/kg	0,25	0,17	1
Chrom _{gesamt}	mg/kg	21	22	60
Kupfer	mg/kg	200	20	40
Nickel ⁵⁾	mg/kg	15	18	50
Quecksilber	mg/kg	0,18	0,09	0,3
Thallium	mg/kg	< 0,10	0,12	1
Zink ⁶⁾	mg/kg	73	46	150
TOC	mg/kg	1,9	2,6	-
pH-Wert Boden	-	7,2	7,1	-
Summe aus PCB ₆ und PCB-118 ²⁾	mg/kg	n.n.	n.n.	0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,050	< 0,050	0,3
PAK ₁₆ ³⁾	mg/kg	n.n.	n.n.	3
DDT	mg/kg	n.n.	n.n.	-
DDX	mg/kg	n.n.	n.n.	-
Hexachlorbenzol	mg/kg	< 0,050	< 0,050	-

- 1) Die Vorsorgewerte finden für anorganische Böden und Materialien mit einem nach Anlage 3 Tabelle 1 bestimmten Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC-Gehalt) von mehr als 9 Masseprozent keine Anwendung. Für diese Böden und Materialien müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall in Anlehnung an regional vergleichbarer Bodenverhältnisse abgeleitet werden.
- 2) Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/Schluff zu bewerten.
- 3) Bei Blei gelten bei einem pH-Wert < 5,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.
- 4) Bei Cadmium gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.
- 5) Bei Nickel gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.
- 6) Bei Zink gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/ Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu einem Hopfengarten war ein langjähriger Eintrag von Pflanzenschutzmitteln nicht auszuschließen. Zur orientierenden Abschätzung möglicher Belastungen wurde der chemische Untersuchungsumfang im Feststoff um die Parameter DDT, DDX (Summe aus DDT, DDE, DDD) und Hexachlorbenzol (HCB) erweitert. Die Analytik dient der vorsorgenden Prüfung einer potenziellen Belastung durch langlebige, bioakkumulierbare chlororganische Substanzen mit bodenökotoxikologischer Relevanz.

Das Auf- und Einbringen von Materialien sowie die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ist nur zulässig, wenn am Ort des Einbringens nicht das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung zu besorgen ist. Eine solche Besorgnis besteht in der Regel nicht, wenn die Vorsorgewerte der BBodSchV eingehalten werden. Bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht sollen darüber hinaus die Schadstoffgehalte in der Zielschicht 70 % der jeweiligen Vorsorgewerte nicht überschreiten.

Im vorliegenden Fall wurde im Bereich eines Straßenrands ein Kupfergehalt von 200 mg/kg (Probe „Oberboden 1“) ermittelt. Dieser Wert überschreitet den Vorsorgewert für Kupfer bei der Bodenart Lehm/Schluff (40 mg/kg) um das Fünffache. Der erhöhte Kupfergehalt ist plausibel durch die jahrzehntelange Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im benachbarten Hopfenanbau erklärbar. Die untersuchten chlororganischen Pflanzenschutzmittel (DDT, DDX, HCB) lagen hingegen sämtlich unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen.

Gemäß BBodSchV ist das Aufbringen des durch Probe „Oberboden 1“ repräsentierten Bodens auf Flächen **ohne vorherige behördliche Einzelfallprüfung nicht zulässig**.

4.4.2 Beurteilung nach sog. 'Eckpunktepapier'

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen sind in den folgenden Übersichten dargestellt. Zum Vergleich der Messdaten mit den Zuordnungswerten sind diese mit angegeben. Bei dem untersuchten Material handelt es sich überwiegend um sandige Böden (MP1) bzw. um schluffige Böden (MP2 – MP4) weshalb zur Beurteilung die jeweiligen Zuordnungswerte für Sand bzw. Schluff herangezogen wurden. Weitere Details zu den Gehalten der Einzelstoffe sowie zu den jeweiligen Analytikmethoden finden sich in den Kopien der originalen Laborberichte in der Anlage 7. Überschreitungen von Messwerten mit Tabellenwerten der Bewertungsgrundlagen sind hervorgehoben und gemäß Tab. 6 farbig hinterlegt.

Tabelle 6: Legende für Analyseergebnisse

100	Zuordnungswert Z 0 eingehalten
100	Zuordnungswert Z 0 überschritten, Zuordnungswert Z 1.1 eingehalten
100	Zuordnungswert Z 1.1 überschritten, Zuordnungswert Z 1.2 eingehalten
100	Zuordnungswert Z 1.2 überschritten, Zuordnungswert Z 2 eingehalten
100	Zuordnungswert Z 2 überschritten

Tabelle 7: Feststoffanalysen nach Eckpunktepapier

Parameter	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Zuordnungswerte nach Eckpunktepapier					
						Z 0 ^{1) 2)}			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
						Sand	Lehm Schluff	Ton			
EOX	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	1	1	3	10	15
KW	mg/kg	<100	<100	<100	<100	100	100	100	300	500	1000
Σ PAK n. EPA	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	3	3	3	5	15	20
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1,0	< 1,0
PCB ³⁾	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	7,1	7,9	6,6	9,7	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	3,9	11	9,9	13	40	70 ⁴⁾	100 ⁴⁾	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,12	0,14	0,12	0,16	0,4	1 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2	3	10
Chrom(ges.)	mg/kg	9,5	20	20	22	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	8,3	14	11	13	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg	11	17	18	20	15	50 ⁴⁾	70 ⁴⁾	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg	24	39	35	44	60	150 ⁴⁾	200 ⁴⁾	300	500	1500
Cyanide(ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	1	1	10	30	100

- 1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z. B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm und Schluff.
- 2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff.
- 3) Die Summe ist nur aus den Konzentrationen der 6 in der DIN 12766-2 genannten PCB-Indikator-Kongeneren (PCB-28, -52, -101, -138, -153, -180) zu ermitteln. Es erfolgt keine Multiplikation mit dem Faktor 5.
- 4) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie.
n.n. nicht nachweisbar => Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 8a: Eluatanalysen nach Eckpunktepapier

Parameter	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Zuordnungswerte nach Eckpunktepapier			
						Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert ¹⁾		9	8,7	8,4	8,2	6,5 - 9	6,5 - 9	6 bis 12	5,5 - 12
el. Leitfähigkeit ¹⁾	µS/cm	46	44	68	50	500	500/2000 ²⁾	1000/2500 ²⁾	1500/3000 ²⁾
Chlorid	mg/l	<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	250	250	250	250
Sulfat	mg/l	<1,0	<1,0	1	<1,0	250	250	250/300 ²⁾	250/600 ²⁾
Cyanid (ges.)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10	10	50	100 ³⁾
Phenolindex ⁴⁾	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10	10	50	100
Arsen	µg/l	0,54	<0,50	<0,50	0,73	10	10	40	60
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	15	30/50 ^{2) 5)}	75	150
Kupfer	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	50	50	150	300
Nickel	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	40	50	150	200
Quecksilber ⁶⁾	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,2	0,2/0,5 ²⁾	1	2
Zink	µg/l	<10	<10	<10	<10	100	100	300	600

Tabelle 8b: Eluatanalysen nach Merkblatt 3.4/2

Parameter	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Zuordnungswerte nach Merkblatt 3.4/2			
						Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Glyphosat	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	10
AMPA	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	1	2	10
Atrazin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Bromacil	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Diuron	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Hexazinon	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Simazin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Desethylatrazin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Dimefuron	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Ethidimuron	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Terbuthylazin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Flumioxazin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Flazasulfuron	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	0,1	0,2	1
Summe Herbizide ohne Glyphosat + AMPA	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	-	0,5	1	5

n.n. nicht nachweisbar

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen 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 (gesamt) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen diesen Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf das erlaubte Bauschuttkontingent (max. ein Drittel der jährlichen Verfüllmenge) und haben keine Gültigkeit für das restliche Verfüllkontingent. Für dieses

gelten die Zuordnungswerte für Boden. Im Rahmen des erlaubten Bauschuttkontingents darf auch Boden mit den für Bauschutt gültigen Zuordnungswerten verfüllt werden. 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-Werts für Chrom (gesamt) 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 (gesamt)-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)-Eluatwerts nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (gesamt).
- 6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Da das Eckpunktepapier keine Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel enthält, wurden die Bewertungskriterien für Herbizide im Eluat auf Grundlage des Merkblatts 3.4/2 [4] des Bayerischen Landesamts für Umwelt herangezogen (Anforderung an die Verwertung und Beseitigung von Gleisschotter und sonstigen Gleisbaustoffen). Diese Vorgehensweise wurde als fachlich begründete Hilfskonstruktion zur orientierenden Beurteilung gewählt. Für die untersuchten Laborproben ergeben sich die in nachfolgender Tabelle zusammengestellten Einstufungen gemäß EPP [1].

Tabelle 9: Einstufung der untersuchten Laborproben

Laborproben	MP 1 Schichtpakete 2 Tragschicht & Bodenaustausch Flurweg	MP 2 Schichtpakete 3 Decklehm RKS1, RKS2, Schurf 1	MP 3 Schichtpakete 3 Decklehm Schurf 2	MP 4 Schichtpakete 3 Decklehm RKS 3 & 4, Schurf 3 & 4
Einstufung nach EPP [3]	Einbauklasse 0 (Z0-Material)	Einbauklasse 0 (Z0-Material)	Einbauklasse 0 (Z0-Material)	Einbauklasse 0 (Z0-Material)

Sämtliche Proben halten für sämtliche Parameter den Zuordnungswert Z 0 nach Eckpunktepapier ein. Die Herbizide liegen durchgehend unterhalb der Nachweisgrenze. Die vorgenommenen Einstufungen besitzen aufgrund der Art und des Umfangs der durchgeführten Untersuchungen lediglich einen orientierenden Charakter. Abweichende Belastungen können nicht ausgeschlossen werden.

4.5 Homogenbereiche

Gemäß DIN 18 300: 2015-08 sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In der folgenden Tabelle sind die anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies möglich ist. Die Einteilung basiert auf den durchgeführten Laboruntersuchungen sowie Erfahrungswerten in vergleichbaren Böden. Die Ergebnisse durchgeführten Laboruntersuchungen liegen als Anlage 6 bei.

Grundlage sind die durchgeführten Erkundungen, die systembedingt nur einen stichprobenartigen Charakter haben. Die in der Tabelle 10 dargestellten Werte und Eigenschaften wurden teilweise durch Laborversuche bestimmt. Ansonsten beruhen die Angaben auf Erfahrungswerten. Sollen für die jeweiligen Eigenschaften und Kennwerte für dieses Projekt stärker abgesicherte Angaben und somit Werte mit geringerer Schwankungsbreite in der Ausschreibung angegeben werden, sind ergänzende Labor- und Felduntersuchungen durchzuführen.

Tabelle 10: Homogenbereiche

Homogenbereich	Schichtpaket	Boden- gruppe nach DIN 18196	Masseanteil an Steinen und Blöcken	Konsistenz	Plastizität	Lagerungs- dichte
O	1 / Oberboden	OH, OU	0 % - 5 %	Bodengruppen 4,6,8 nach DIN 18915		
B1	2a /Tragschicht Flurweg	[GW, GU, SW, SU]	0 % - 5 %	-		locker mitteldicht, dicht
B2	2b / Boden- austausch Flurweg	[SW, SE, SI, ST, SU]	0 % - 5 %	-		locker mitteldicht, dicht
B3	3 / Decklehm	UL, UM, TL, TM, SU*	0 % - 5 %	weich, weich-steif, steif,	gering bis mittel plastisch	-
B4	4 / tertiäre Sande und Kiese	GU*, GU, SU*, SU, SW, GW	0 % - 5 %	-		mitteldicht, dicht sehr dicht

4.6 Versickerung

Die Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten wurde gemäß Auftrag im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens durch einen Sickerversuch bestimmt. Hierzu wurde die Grube des Schurfs 2 mit Wasser befüllt. Nach einer Durchfeuchtungsphase der Schurfwände begann der eigentliche Versuch, bei dem die Versickerungszeit einer definierten Wassermenge aufgezeichnet wurde. Das Versuchsprotokoll liegt inkl. Auswertung als Anlage 5 bei.

Es wurde folgender k_f -Wert ermittelt:

Tabelle 11: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung durch Sickerversuche

Untersuchungspunkt	Anlage	k_f -Wert
Schurfgrube	5	$1,9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Versickerung

Grundlage für die Versickerung von unbedenklichen und tolerierbaren Niederschlagsabflüssen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138-1: „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“, Ausgabe Oktober 2024 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA).

Gemäß dem Arbeitsblatt liegt der für eine vollständige Versickerung geeignete Bereich der Durchlässigkeit bei einem k_f -Wert zwischen $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Bei k_f -Werten kleiner als $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ist eine vollständige Entwässerung ausschließlich durch Versickerung nicht ohne Weiteres sichergestellt. In diesen Fällen kann eine ergänzende Ableitung oder der Anschluss an durchlässigere Bodenschichten erforderlich werden. Bei k_f -Werten größer als $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ist eine

Versickerung zwar möglich, es muss jedoch geprüft werden, ob zusätzliche Maßnahmen zum Stoffrückhalt notwendig sind.

Der vorliegend bestimmte k_f -Wert von $1,9 \times 10^{-5}$ m/s befindet sich innerhalb des Regelbereichs, sodass eine vollständige Entwässerung durch Versickerung im Regelfall möglich ist. Dies gilt jedoch nur, sofern die Sickeranlage in Bodenschichten errichtet wird, die den im Sickerversuch untersuchten entsprechen.

Für die Bemessung der Versickerungsanlage wird die sogenannte bemessungsrelevante Infiltrationsrate (k_i) herangezogen. Diese berücksichtigt neben dem gemessenen k_f -Wert zwei Korrekturfaktoren:

- f_{Ort} (Ortskorrekturfaktor): Bewertet die Variabilität der Bodenverhältnisse sowie die Qualität und Anzahl der Erhebungen.
- f_{Methode} (Methodenkorrekturfaktor): Bewertet die Genauigkeit der verwendeten Ermittlungsmethode.

Die Infiltrationsrate k_i berechnet sich wie folgt:

$$k_i = k_f \times f_{\text{Ort}} \times f_{\text{Methode}}$$

Für das vorliegende Projekt wird empfohlen:

- $f_{\text{Ort}} = 0,8$: Aufgrund der begrenzten Zahl an Messungen.
- $f_{\text{Methode}} = 1,0$: Da der k_f -Wert mittels Sickerversuch im Baggerschurf ermittelt wurde, einer großflächigen und direkt messenden Methode mit geringer Unsicherheit.

Daraus ergibt sich eine **bemessungsrelevante Infiltrationsrate** von:

$$k_i = 1,9 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0,8 \times 1,0 = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Es ist nur zulässig, diesen Wert anzusetzen, wenn die Sickeranlage in Böden angelegt wird, die den untersuchten entsprechen. Die sickerfähigen Böden wurden in Schurf 2 erst ab einer Tiefe von unter 2,8 m angetroffen. Bei einem flacheren Becken können daher Bodenaustauschmaßnahmen im Bereich der Beckensohle erforderlich werden. Aufgrund kleinräumig wechselnden Bodenverhältnisse können im Planungsgebiet örtlichen Abweichungen der Durchlässigkeit nicht ausgeschlossen werden. Im Zuge der Bauausführung wird die Abnahme durch einen Fachkundigen empfohlen.

Der Abstand zwischen der Sohlhöhe der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) ist gemäß DWA-A 138-1 entscheidend. Bei einem Abstand von $\geq 1,0$ m kann in der Regel auf eine Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde verzichtet werden. Das geplante Sickerbecken befindet sich auf einer Höhe von grob 435 mNN. Das erste zusammenhängende Grundwasserstockwerk ist gemäß Kartenwerk in einer Höhe von etwa 395 mNN bis 400 mN zu erwarten. Gemäß dem Verzeichnis der GW-Messstellen in Bayern treten im Tertiärhügelland über mehrjährige Beobachtungszeiträume Schwankungsbreiten des Grundwassers von typischerweise 1,5 bis 3,5 Metern auf. Geht man des Weiteren noch von einem Aushub von 4 m im Bereich des Regenrückhaltebeckens aus, so ergibt sich (jeweils unter Anwendung der ungünstigsten Werte) ein GW-Flurabstand von über 25 m, sodass der o.g. erforderliche Abstand deutlich eingehalten wird.

Die dargestellten Ergebnisse bilden die Grundlage für die hydraulische Bemessung und Detailausgestaltung der Versickerungsanlage durch das zuständige Planungsbüro. Die Anforderungen des DWA-A 138-1 sind dabei verbindlich zu berücksichtigen.

4.7 Schwarzdecke

Im Übergangsbereich zum östlich anschließenden Flurweg wurde ein Bohrkern der vorhandenen Schwarzdecke entnommen. Die ermittelte Gesamtdicke beträgt **6,5 cm**. Eine eindeutige Unterscheidung zwischen Deck- und Tragschicht war anhand des Bohrkerns nicht möglich.

Zur orientierenden Beurteilung des Bindemittels wurde an dem Bohrkern ein qualitativer Schnelltest auf Teerpechanteile durchgeführt. Dabei kam das sogenannte Lackansprühverfahren zur Anwendung. Hierbei wird eine lufttrockene Bruchfläche (z. B. Bohrkern, Frakturkante) dünn mit einem weißen, lösemittelhaltigen Farbpigment (Dupli Color, RAL 9010, reinweiß glänzend) besprüht.

Bei pechhaltigen Bindemitteln kommt es innerhalb von etwa 30 Sekunden zu einer gelbbraunlichen Verfärbung der Lackschicht infolge der Diffusion polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) aus der Bindemittelmatrix in die Lackschicht. Bei rein bitumenhaltigem Asphalt kann ebenfalls eine leichte Verfärbung auftreten, diese erfolgt jedoch verzögert und deutlich abgeschwächt über mehrere Tage hinweg. Im vorliegenden Fall zeigte der Schnelltest **keine auffällige Reaktion**.

5 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Regenrückhaltebecken

Zum geplanten Regenrückhaltebecken (Sickerbecken) befindet sich auf einer Höhe von grob 435 mNN. Weitere Angaben liegen dem *FAG Dr. Holzhauser* nicht vor. Das Gelände fällt sanft von Osten nach Westen ab. Aufgrund der Geländeneigung ist von einer Dammschüttung auf der Westseite auszugehen. Das Rückhaltevolumen soll durch Abgrabung im Beckenbereich zusätzlich vergrößert werden. Das Dammschüttmaterial soll nach Möglichkeit aus den Abgrabungen gewonnen werden.

Ober- bzw. Mutterboden dürfen nicht überschüttet werden und sind daher vorher generell abzuschieben. Die Aushubsohlen in den anstehenden Böden dürfen beim Aushub nicht aufgelockert werden. Hierzu empfiehlt sich in den bindigen Böden der Einsatz eines Baggerlöffels mit glatter Schneide in den letzten Dezimetern des Aushubs. Die anstehenden bindigen Böden sind überwiegend sehr witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzutritt zu Aufweichungen. Die bindigen Böden werden beim Befahren mit schweren Fahrzeugen mechanisch sehr stark beansprucht und in bodenmechanischer Hinsicht zerstört. Bei gleichzeitigem Wasserzutritt werden diese Effekte in den bindigen Böden noch verstärkt. Generell ist eine Ausführung der Baumaßnahme bei niederschlagsarmer Witterung zu bevorzugen.

In den bindigen Böden sind Aushubsohlen generell im Gefälle herzustellen, mit geeignetem Gerät knetend nachzuverdichten (z.B. Schafffußwalze) und abzuwalzen. Auf diesen Flächen abfließendes Tagwasser ist gezielt zu fassen und schadlos abzuleiten. Wasserpflützen auf dem Planum müssen unbedingt vermieden werden. Generell wird empfohlen, dass Freilegen und Freiliegen der

Aushubsohlen auf ein bautechnisch erforderliches Mindestmaß zu reduzieren. Einzubauende Materialien sind 'über Kopf' zu schütten.

Für alle Bauteile ist eine frostsichere Mindestdiefe von 1,0 m unter der endgültigen Geländeoberkante vorzusehen.

Generell sind die Anforderungen der DWA-M 522 (Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken) einzuhalten.

5.1.1 Gründung Dammkörper

In Höhe der geplanten Dammsohle stehen die Böden des Schichtpaketes 3 (Decklehme) an. Sind diese in weicher Konsistenz ausgebildet, so ist unter dem Dammkörper ein Bodenaustausch in einer Stärke von mind. 30 cm auszuführen. Als Austauschmaterial eignet sich hierzu z. B. ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand. Dieses Material ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Um Umläufigkeiten zu verhindern, muss die Dichtungszone der Dämme auch das Bodenaustauschpolster abdecken. Alternativ zu einem Bodenaustausch kann auch eine Bodenverbesserung mittels Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches in gleicher Stärke durchgeführt werden.

5.1.2 Aufbau des Dammkörpers

Der vorgesehene Dammbaustoff steht noch nicht fest, daher werden die in Frage kommenden Baustoffe kurz erläutert. Zur Herstellung des Dammkörpers eignen sich prinzipiell die folgenden Materialien:

- Bindiges Material
- Körniges Material
- Gemischtkörniges Material

Bereits vor dem Einbau muss das vorgesehene Material auf seine Eignung untersucht werden. Böden, die organische, quellfähige oder zersetzungsanfällige Stoffe oder grobe Gesteinsblöcke enthalten, dürfen nicht verwendet werden. Die Dammschüttung sollte aus einem homogenen Material hergestellt werden.

Bei der Verwendung von **bindigem Material** ist das witterungsempfindliche Verhalten zu beachten. Bindige Böden müssen vor dem verdichteten Einbau oft erdbautechnisch aufbereitet werden, da die Wassergehalte meist oberhalb der optimalen Werte für die Verdichtung liegen.

Ausgeprägt plastische Schluffe und Tone lassen sich aufgrund ihrer Zähigkeit nur schwer bearbeiten und verdichten. Zudem können diese Böden bei Wasseraufnahme bzw. Entlastung quellen. Weiche oder breiige Böden sind als Dammbaustoff generell ungeeignet. Aus diesen Gründen können bindige Böden nur bei relativ trockener Witterung und bei Einbauwassergehalten im Bereich des optimalen Verdichtungswassergehaltes eingebaut werden. Liegt der natürliche Wassergehalt über dem optimalen Wassergehalt, können diese Böden nur dann setzungsarm und optimal verdichtet werden, wenn ihr Wassergehalt durch Bodenverbesserungsmaßnahmen verringert wird.

Die Bodenverbesserung muss über die gesamte Einbauhöhe erfolgen, um durchgehend eine optimale Verdichtung des Bodens zu erzielen. Eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln kommt zur Bodenverbesserung in Betracht. Hierbei wird der Wassergehalt des Bodens so weit

reduziert, dass eine optimale Verdichtung möglich ist. Nach der Verdichtung weist der so verbesserte Boden eine erhöhte Tragfähigkeit (Verformungsmodul) auf.

Wie bereits beschrieben, unterliegt der Einbau des bindigen Aushubmaterials gewissen Unwägbarkeiten. Dies gilt auch für die Bodenstabilisierungsmaßnahmen mit hydraulischen Bindemitteln, deren Wirksamkeit witterungsabhängig ist. Beim bindigen Material ist zudem dessen Frostempfindlichkeit bzw. nachträgliche Anfälligkeit gegen Durchfeuchtung zu beachten. Bereits eingebaute Lagen müssen während der Baumaßnahme gegen Durchfeuchtung geschützt werden.

Böden des Schichtpaketes 3 mind. steifer Konsistenz sind als Dichtung für Erd-Staudämme als gut geeignet einzustufen. Vorliegend können sie bei geringen Dammhöhen und bei flachen Böschungswinkeln auch als Stützkörper verwendet werden.

Ein Vorteil bei der Verwendung von bindigem Material ist, dass bei den hier relativ geringen Einstauzeiten und der Dammhöhe auf eine Abdichtung der Wasserseite verzichtet werden kann. Dies ist bei den nachfolgend aufgeführten Materialien erforderlich.

Der Einbau von **körnigem Material** (Anteil der bindigen Gemegeteile unter 7 %) ist im Gegensatz zu den oben beschriebenen bindigen Böden unproblematisch, da der Einbau meist ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen witterungsunabhängig erfolgen kann. Zudem hat dieses Material einen relativ hohen Reibungswinkel, was vorteilhaft für die Stabilität des Damms ist.

Ist das Material jedoch stark durchnässt, muss auch hier eine Stabilisierung mit hochhydraulischem Bindemittel erfolgen. Bei der Auswahl des Materials ist darauf zu achten, dass es wasser- und witterungsbeständig ist, beim Verdichten nicht splittet und eine ausreichende Druckfestigkeit, Rauigkeit sowie Verzahnung aufweist.

Bei **gemischtkörnigem Material** richtet sich die Eignung nach dem maßgeblich wirksamen Hauptbestandteil. Bilden die grobkörnigen Komponenten ein Korngerüst und das bindige Zwischenmittel füllt lediglich die Porenräume aus ("Korn-zu-Korn-Kontakt"), so gelten die Angaben für körnige Böden. Allgemein kann man davon ausgehen, dass dies bis zu einem Anteil der bindigen Gemegeteile von 15 Gew.-% der Fall ist. Allerdings zeigt auch hier der bindige Anteil ein witterungsabhängiges Verhalten, das mit zunehmendem Anteil bestimmender wird. Für gemischtkörnige Böden mit einem bindigen Anteil über 15 %, bei denen die Kieskörner ohne direkten Kontakt eingebettet sind, gelten daher die Angaben für bindige Böden.

Alle Erdstoffe müssen mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 98 \%$ eingebaut werden. Für die Ausführung der Einbauarbeiten und die Prüfung der geforderten Verdichtungsqualität gelten die entsprechenden Ausführungen der ZTVE-StB. Hierzu sind Dichtemessungen und Proctorversuche erforderlich. Bei Verwendung von körnigem Material kann der Verdichtungsgrad auch durch Plattendruckversuche überprüft werden. Bei der Durchführung von Plattendruckversuchen oder Dichteprüfungen ist darauf zu achten, dass diese auf jeder Einbaulage durchgeführt werden, so dass man gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergreifen kann.

Beim Einbau sollten die einzelnen Lagen immer in voller Breite eingebaut werden, die Verdichtung sollte von außen zur Mitte hin erfolgen. Auch die Böschungsbereiche sind sorgfältig zu verdichten. Beim Einbau von witterungsempfindlichen Materialien müssen die Einbauflächen mit einem Quergefälle in Richtung Wasserseite von 6 % angelegt werden, damit Niederschlagswasser

sofort abfließen kann. Bei längeren Arbeitspausen muss das Planum abgedeckt oder nachgearbeitet werden.

Die in Planumshöhe anstehenden Böden sind als ausreichend dichte Aufstandsflächen einzustufen. Um im Falle eines Einstaufalls eine Durchströmung und somit eine Schwächung der Dämme zu verhindern, ist es erforderlich, eine Abdichtung zu gewährleisten. Dies kann entweder durch einen Zonendamm oder einen homogenen Erddamm erfolgen.

Bei einem Zonendamm wird bergseitig eine mineralische Dichtung aus grundwasserhemmendem Bodenmaterial angebracht. Diese Abdichtung erstreckt sich üblicherweise über 20% bis 50% des Querschnitts des Damms und reicht bis zur ausreichend dichten Aufstandsfläche (Schichtpaket 3). Um die Dichtzone vor Austrocknung und Frosteinwirkung zu schützen, wird eine ausreichend mächtige Deckschicht verwendet. Zur Vermeidung von Durchsickerungen oder Umläufigkeiten ist auch an den Flanken des Damms auf die Anbindung ausreichend dichten Bodenschichten zu achten.

Insgesamt sind die Erdarbeiten gemäß den einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB, ZTVT-StB und ZTV SoB-StB) sorgfältig durchzuführen. Dabei sollten die Einbauarbeiten stets überwacht und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, um die geforderte Verdichtungsqualität sicherzustellen. Der Gründungsbereich des Absperrbauwerks ist im Zuge der Bauausführung durch einen Fachkundigen in Augenschein zu nehmen. Die in der eventuell erforderlichen Standsicherheitsberechnung angesetzten Materialkenngrößen sind vom ausführenden Unternehmen, mittels einer Eigenüberwachung nachzuweisen bzw. zu bestätigen. Während der Bauausführung ist eine einfache geotechnische Bauüberwachung erforderlich, um sicherzustellen, dass die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Annahmen dieses Berichts übereinstimmen. Dies umfasst insbesondere die Überprüfung der Verdichtung und der Baugrundstabilität.“

Grundsätzlich kann ein Tragsicherheitsnachweis entfallen für Dämme mit einer Höhe von bis zu 2 m über dem luftseitigem Böschungsfuß, einer Kronenbreite von mindestens 3 m und Böschungseigungen von 1:3 oder flacher, die den in Abschnitt 6 der DWA-M522 aufgeführten konstruktiven Anforderungen entsprechen.

Es ist sicherzustellen, dass finalen Konstruktionsdetails und die Ausführung den spezifischen Anforderungen der DWA-M 522 (Merkblatt für kleine Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken) entspricht. Weiterführenden Angaben auch zu alternativen Bauweisen oder weiteren Anforderungen sind dem *DWA-M 522 - Merkblatt (Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken)* zu entnehmen.

Die vorliegend durchgeführten Baugrunduntersuchungen sind bis zu einer maximalen Dammhöhe von ≤ 2 m über dem luftseitigen Böschungsfuß ausreichend. (Geotechnische Kategorie GK 1). Bei darüberhinausgehenden Dammhöhen erfolgt eine Einstufung in die Kategorien GK 2 oder GK 3, weshalb dann gemäß dem gültigen Regelwerk weiterführende Erkundungen erforderlich werden.

5.2 Straßenbau

Gegenstand der Maßnahme ist ein ca. 600 m langer, derzeit geschotterter Feldweg einschließlich eines kurzen nach Süden abzweigenden Abschnitts. Der vorhandene Weg soll in Pflasterbauweise – teilweise mit Sickerpflaster – entsprechend der Belastungsklasse Bk 0,3 bis 1,0 sowie den Richt-

linien für den ländlichen Wegebau ausgebaut werden. Dabei soll nach Möglichkeit die vorhandene Bausubstanz wiederverwendet werden.

Für die Dimensionierung und Ausführung sind im Wesentlichen die nachstehenden Vorschriften maßgebend:

- *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau Ländlicher Wege ZTV LW 16*
- *Richtlinie für den Ländlichen Wegebau (RLW) Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege DWA-A 904-1*
- *Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Oktober 2005 (Gültigkeit ab Abschn. 4.2.4) DWA-A 904,*
- *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12*

Gemäß Kapitel 8.5.1 des Arbeitsblatts DWA-A 904 werden für Verbindungswege mit höherer Verkehrsbedeutung Befestigungen nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) in der Bauklasse VI vorgesehen. Die in der DWA-A 904 erwähnte Bauklasse IV entspricht der Systematik der veralteten RStO 01. In der aktuell gültigen RStO 12 wurde die Klassifizierung auf Belastungsklassen (Bk) umgestellt, wobei die Einteilung weiterhin auf der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung (in Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen) basiert. Die frühere Bauklasse IV entspricht einer Beanspruchung von bis zu 0,8 Mio. 10-t-Achsübergängen und liegt damit im Bereich der Belastungsklassen Bk 0,3 bis Bk 1,0 gemäß RStO 12. In Analogie zur Systematik der DWA-A 904 wird daher für den vorliegenden Ausbau des Flurwegs eine Bemessung des Oberbaus nach den Vorgaben der RStO 12 in der Belastungsklasse Bk 0,3 bis Bk 1,0 vorgeschlagen, der ja auch als Belastungsklasse für die Wegebaumaßnahme vorgegeben wurde.

Die Gradienten der geplanten Erschließung liegen uns zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vor, mutmaßlich wird die Gradienten der geplanten Erschließung in Höhe der jetzigen Geländeoberkante angenommen, bzw. knapp darüber zu liegen kommen. D.h. das Planum kommt überwiegend in den Böden der Schichtpakete 2b (Bodenaustausch Flurweg) sowie des Schichtpaketes 3 (Decklehm) zu liegen. Oberboden bzw. Mutterboden (Schichtpaket 1) ist im Baubereich generell abzuschleifen.

Für den geplanten Flurweg ist eine Einstufung in die Belastungsklasse Bk 0,3/Bk 1,0 vorgesehen. Die maßgebende Vorschrift RStO 12 fordert einen frostsicheren Oberbau lt. nachstehender Aufstellung, wobei nachfolgend die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (Decklehme) berücksichtigt wurde.

Frostempfindlichkeitsklasse F 3	60 cm
Frosteinwirkung, Zone II	+ 5 cm
keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm
kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	± 0 cm
Geländehöhe bis Damm $\leq$ 2,0 m	± 0 cm
Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Mulden, Gräben nzw. Böschungen	± 0 cm
Gesamtdicke des Oberbaus	65 cm

Die Gesamtstärke kann um 10 cm reduziert werden, wenn das Planum in Böden der Frostempfänglichkeitsklasse F 2 (2b / Bodenaustausch Flurweg) zu liegen kommt, wobei eine verbleibende Restmächtigkeit (Schichtpaket 2b) von mind. 25 cm vorausgesetzt wird. Die Reduktion setzt voraus, dass die F2-Böden in einer Mächtigkeit von mindestens 25 cm unterhalb des Planums erhalten bleiben. Diese Mindestmächtigkeit ist erforderlich, damit die frostrelevanten Eigenschaften des Materials im Planumbereich wirksam werden und eine Frostsicherheit entsprechend RStO 12 gewährleistet bleibt.

Hinweise zur erforderlichen Mindesttragfähigkeit des Planums und der einzelnen Schichten sowie zu Konstruktion und Ausführung sind gemäß DWA-A 904 der RStO zu entnehmen. Demzufolge sind folgende Anforderungen einzuhalten:

Tabelle 12: Anforderungen an die Verdichtung (Straßenbau)

Schicht	Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Verhältniswert E_{v2} / E_{v1}
OK Tragschicht	120	2,2
Planum	45	-

Der Nachweis ist durch Plattendruckversuche zu erbringen. Alternativ kann auch der Verdichtungsgrad ("Proctordichte") geprüft werden.

Auf den anstehenden Decklehmen (Schichtpaket 3) wird die geforderte Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45$ MN/m²) stellenweise nicht erreicht (vgl. PDV2: $E_{v2} = 20,7$ MN/m²). Auch das unterlagernde Bodenaustauschmaterial (Schichtpaket 2b) weist mit $E_{v2} = 32,7$ MN/m² keine ausreichende Tragfähigkeit auf. Es wird daher empfohlen, einen Bodenaustausch in einer Mindestdicke von 30 cm vorzusehen oder alternativ eine Bodenverbesserung in gleicher Stärke durchzuführen. Als Austauschmaterial ist ein gut abgestuftes, nicht frostempfindliches Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil < 15 Gew.-% zu verwenden.

An Material des Schichtpakets 2a (Tragschicht Flurweg) wurde die Korngrößenverteilung bestimmt. Es handelt sich um ein gut abgestuftes, verdichtungsfähiges Material. Aufgrund des erhöhten Feinkornanteils ist es jedoch nicht als Frostschutzmaterial geeignet. Eine Wiederverwendung als Bodenaustauschmaterial ist jedoch möglich. Aus dem statischen Lastplattendruckversuch PDV 3 ergibt sich, dass das vorhandene Bodenaustauschmaterial des Flurwegs (Schichtpaket 2b) an dieser Stelle nicht tragfähig genug ist, um als eigenständiges Austauschmaterial zur Verbesserung der Planumtragfähigkeit verwendet zu werden. Denkbar ist daher bei einer Verwendung als Bodenaustauschmaterial eine Beimischung des Materials aus Schichtpaket 2b zum Material aus Schichtpaket 2a, sofern das resultierende Gemisch die erforderlichen bodenmechanischen Eigenschaften aufweist. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass der Feinkornanteil (Anteil < 0,063 mm) 15 Gew.-% im eingebauten Zustand nicht überschreitet. Die Eignung und das zulässige Mischungsverhältnis sind im Zuge der Bauausführung durch statische Lastplattendruckversuche zu überprüfen.

Sollte das fertiggestellte Planum über längere Zeit, insbesondere während niederschlagsreicher Perioden oder über den Winter liegenbleiben, sind besondere Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Die Aushubsohlen dürfen beim Aushub insbesondere in den bindigen Böden nicht aufgelockert werden. Hierzu empfiehlt sich der Einsatz eines Baggerlöffels mit glatter Schneide in den letzten

Dezimetern des Aushubs. Die anstehenden Schluffe sind sehr witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzutritt zu Aufweichungen. Die Schluffe werden beim Befahren mit schweren Fahrzeugen mechanisch sehr stark beansprucht und in bodenmechanischer Hinsicht zerstört. Bei gleichzeitigem Wasserzutritt werden diese Effekte noch verstärkt. Das einzubauende Bodenaustauschmaterial ist 'über Kopf' zu schütten.

Die Aushubsohlen sind generell im Gefälle herzustellen, mit geeignetem Gerät knetend nachzuverdichten (z.B. Schafffußwalze in bindigen Böden) und abzuwalzen. Auf diesen Flächen abfließendes Tagwasser ist gezielt zu fassen und schadlos abzuleiten. Wasserpflützen auf dem Planum müssen unbedingt vermieden werden. Generell wird empfohlen, dass Freilegen und Freiliegen der Gründungssohlen in den Schluffen auf ein bautechnisch erforderliches Mindestmaß (z.B. durch raschen Einbau der untersten Einbaulagen) zu reduzieren.

6 EVENTUELLE GEFÄHRDUNG ODER STANDSICHERHEITSPROBLEME

Im Zuge der Berichtserstellung sollte auftragsgemäß eine Abschätzung eventueller Gefährdungen oder Standsicherheitsprobleme durch die Bauarbeiten erfolgen.

Eine Gefährdung durch einen potenziellen Dammbruch ist auf Grundlage der vorliegenden Randbedingungen als gering einzustufen. Das Einstauvolumen ist mit ca. 3.750 m³ vergleichsweise gering und wird zum großen Teil durch Abgrabung erzeugt; die Dammschüttung beschränkt sich auf den westlichen Randbereich und beträgt voraussichtlich maximal 2 m. Die Topografie ist durch ein flaches Gefälle und ein breites Tal geprägt, was im Ereignisfall eine erhebliche Retentionswirkung erwarten lässt. Unterhalb des geplanten Beckens befinden sich ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen; die nächste Wohnbebauung liegt in etwa 500 m Entfernung (Abstromlänge). Bei fachgerechter Bauausführung unter Berücksichtigung der in diesem Bericht enthaltenen Angaben zu Baugrund, Schichtaufbau und Einbaubedingungen sind darüber hinaus keine über das übliche Maß hinausgehenden Gefährdungen oder Standsicherheitsprobleme im Zuge der Baumaßnahme zu erwarten.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen durchgeführt und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die maßgebenden Eigenschaften und Kennwerte wurden stichprobenhaft festgestellt bzw. anhand von Erfahrungswerten und Literaturangaben angegeben. Die für die Konzeption sowie Baudurchführung zu beachtenden Anforderungen wurden erörtert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.

Das *FAG Dr. Holzhauser* ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben.

Die vorhandenen Aufschlüsse können nur punktuelle Informationen über den Untergrund geben. Gerade innerhalb von Auffüllungen können sich die Untergrundverhältnisse jedoch kleinräumig ändern. Ebenso sind abweichende Belastungsgrade nicht auszuschließen. Dieser Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Allen an der Maßnahme Beteiligten stehe ich für Rückfragen jederzeit gerne zur Verfügung.



Dr. Philipp Holzhauser



8 LITERATUR

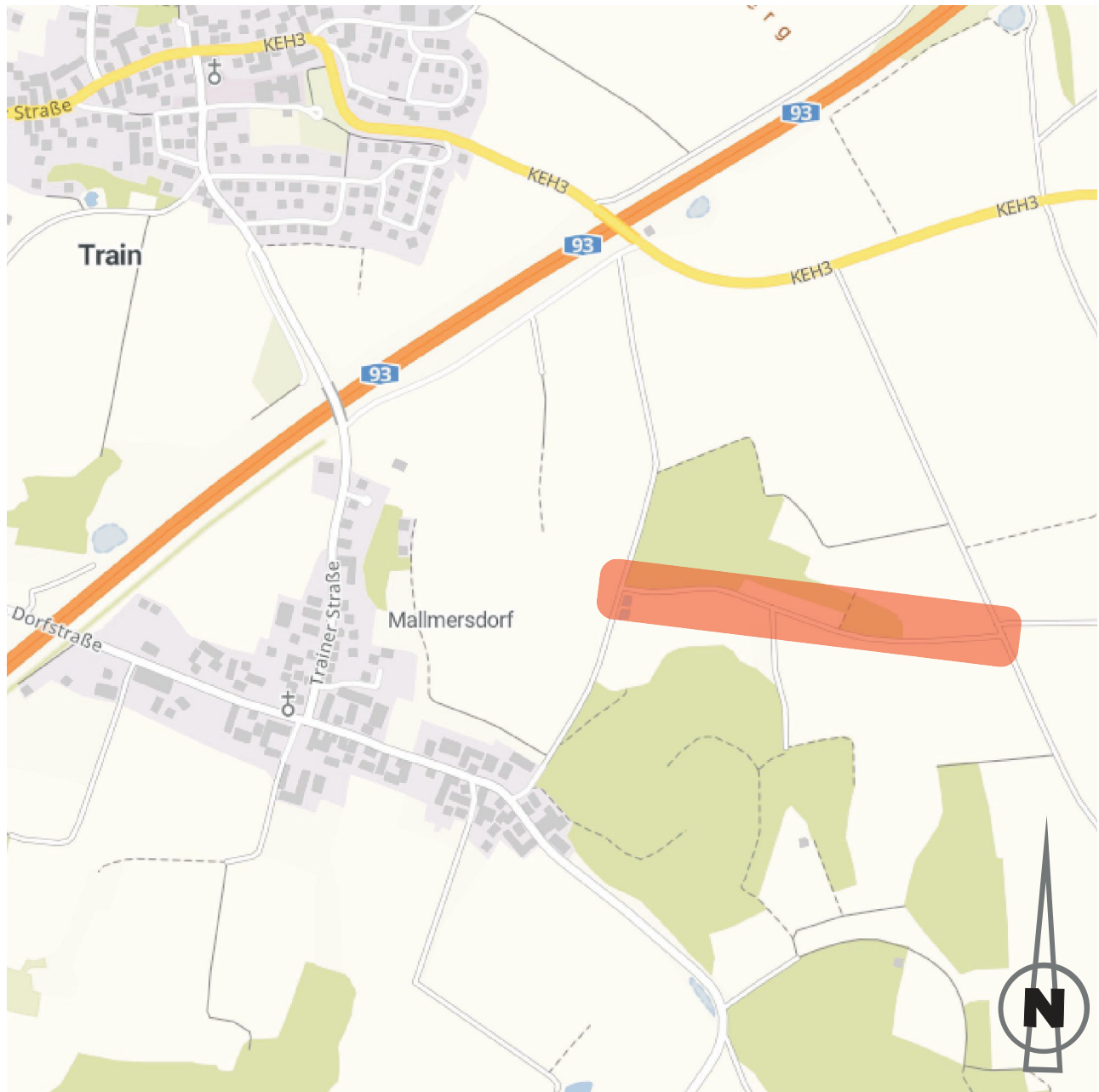
- [1] TÜRKE, H. (1999): Statik im Erdbau. - Ernst & Sohn Verlag, Berlin
- [2] BMU (2021): *Verordnung zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – BBodSchV)*. – In der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2770).
- [3] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen, in der Fassung vom 15. Juli 2021, Bay. Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 2021
- [4] Bay. LfU (2020): *Merkblatt Nr. 3.4/2 – Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Gleisschotter und sonstigen Gleisbaustoffen*. – Augsburg, Stand: Februar 2020.



Anlage 1

Lagepläne

Übersichtslageplan



1 : 10000

Legende

 Untersuchungsgebiet

Lageplan Untersuchungs- punkte

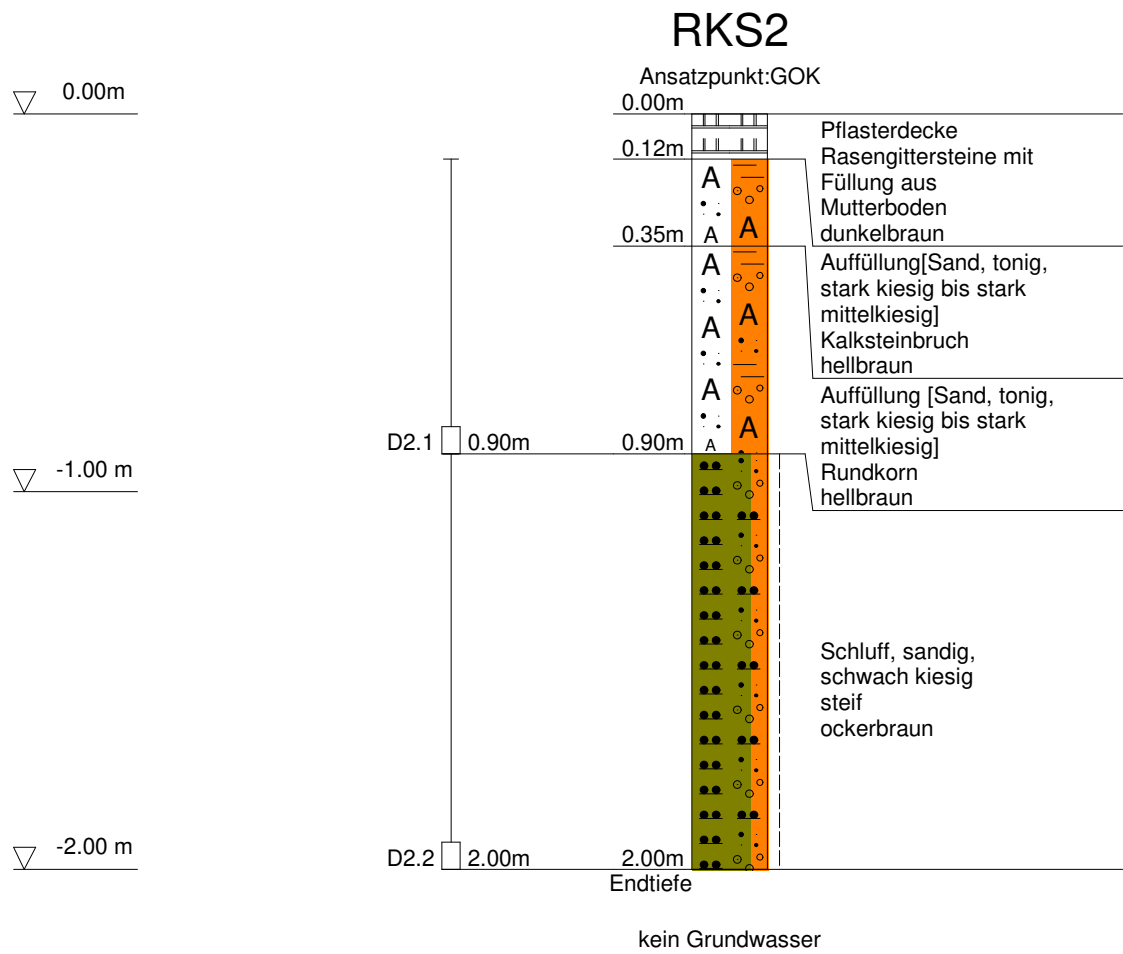




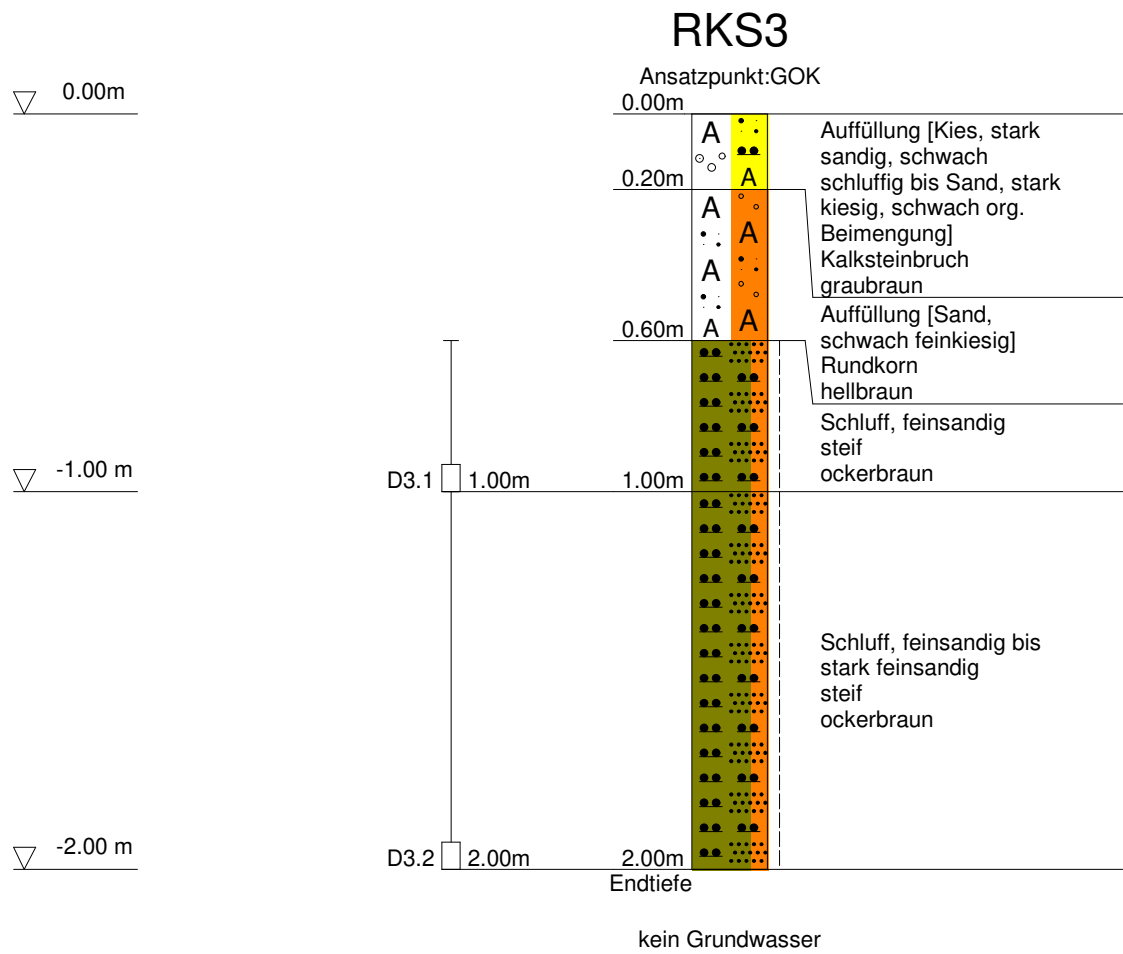
Anlage 2

Schichtprofile Kleinrammbohrungen Baggerschürfe

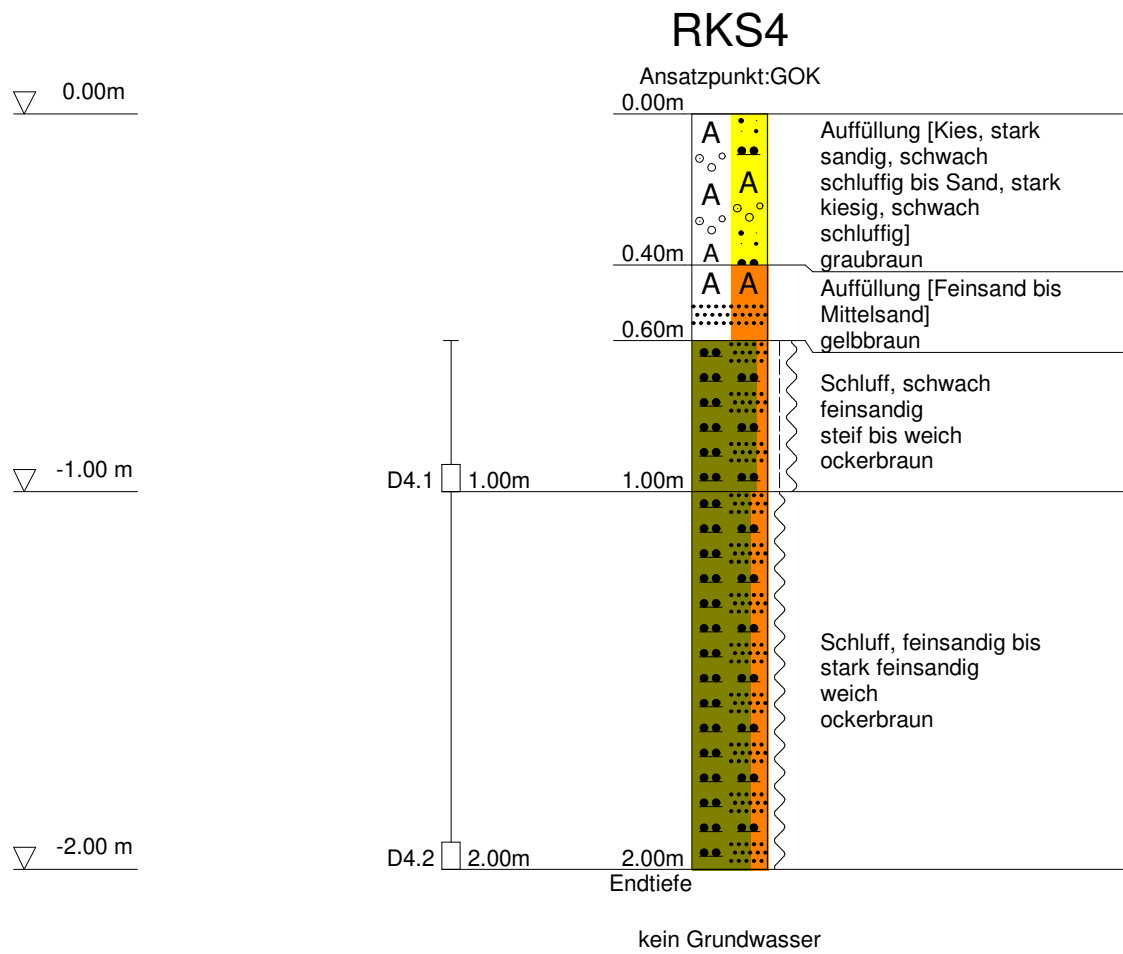
FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20



FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20



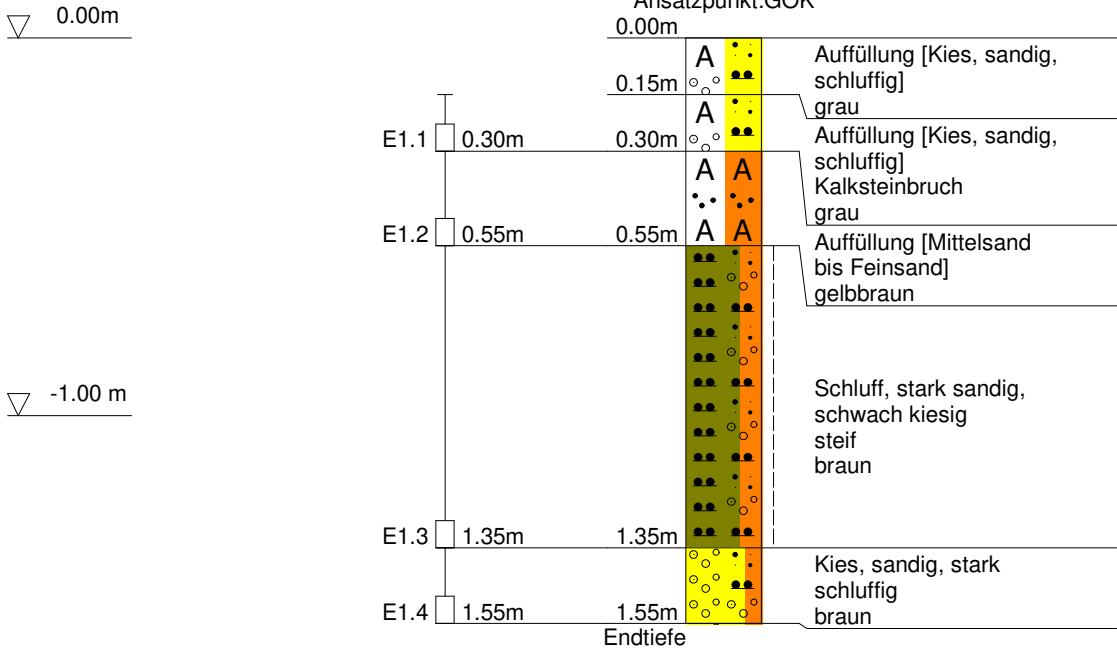
FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20



FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20

Schurf 1

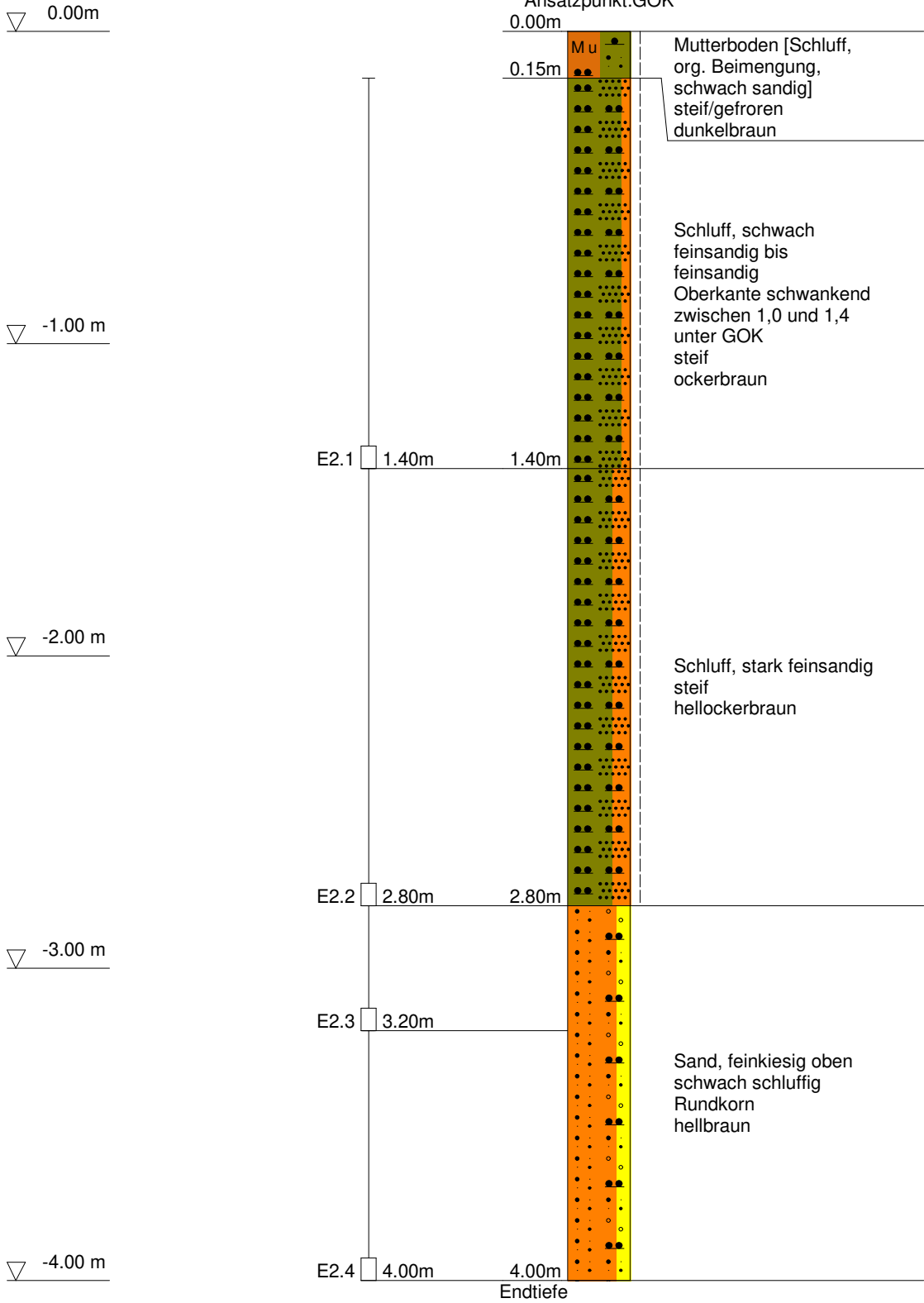
Ansatzpunkt:GOK



FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20

Schurf 2

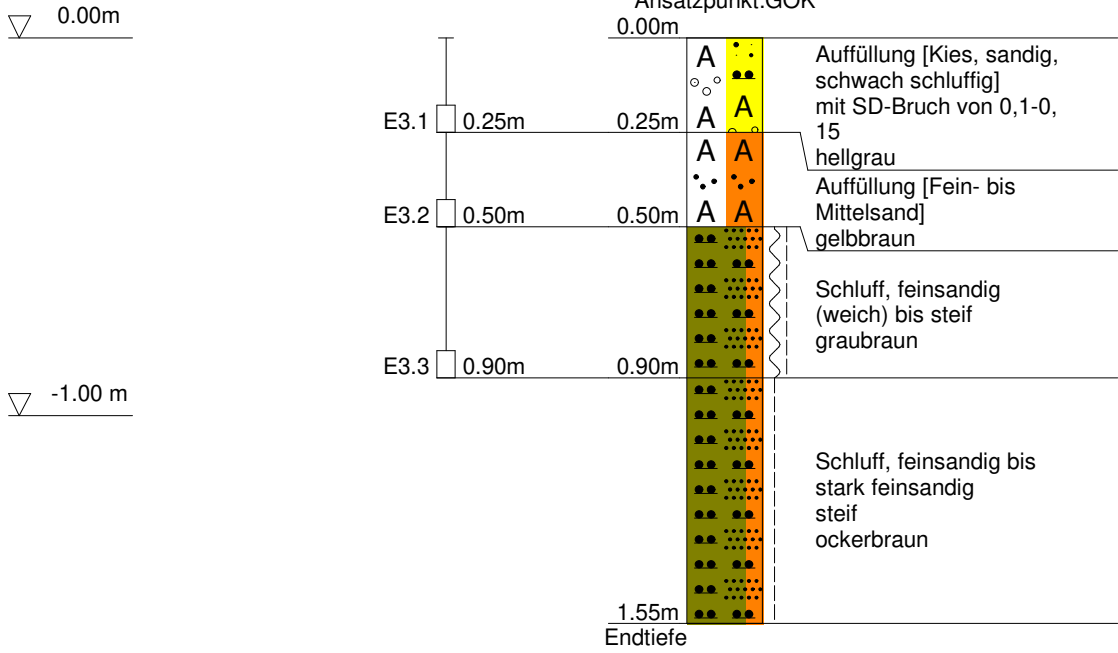
Ansatzpunkt:GOK



FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-25
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 2
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 20

Schurf 3

Ansatzpunkt:GOK

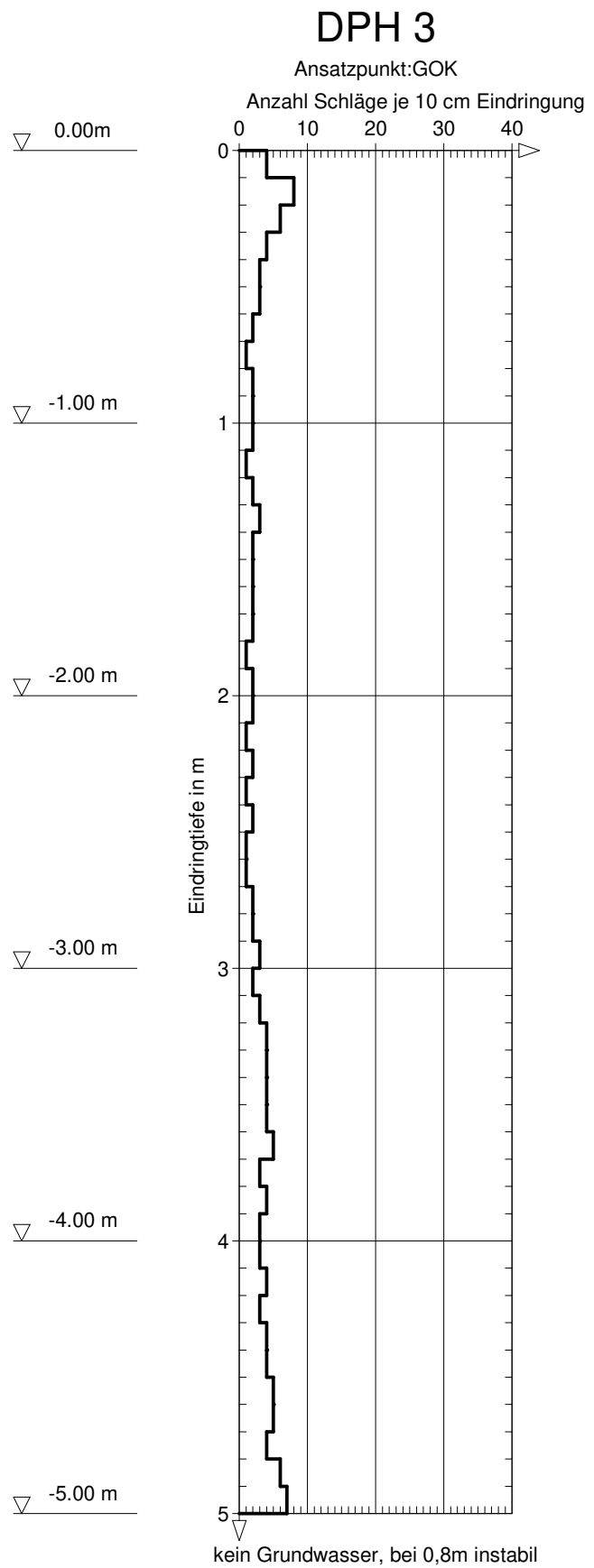




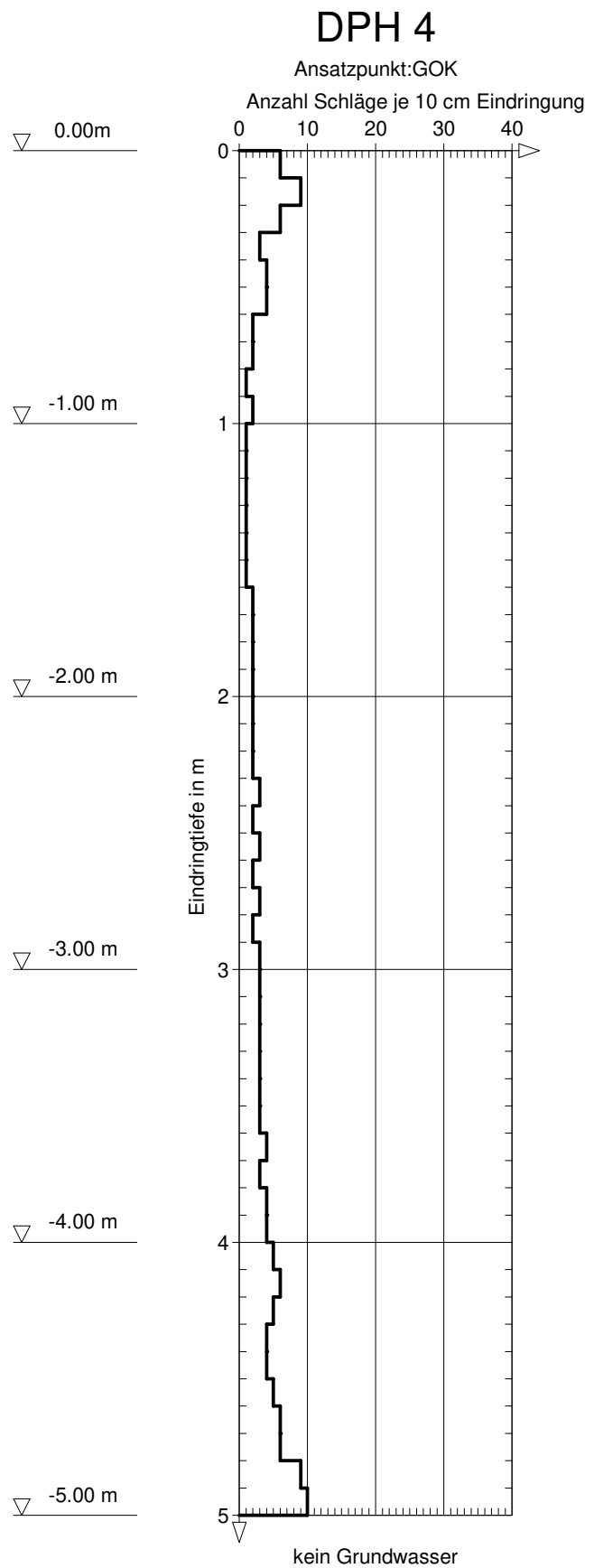
Anlage 3

Rammprofile Schwere Rammsondierungen

FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projekttnr.: 060-B-24
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 10.03.2025
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 25

[illegible]

FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Ab	Projektnr.: 060-B-24
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 10.03.2025
mail@fag-holzhauser.de	Maßstab : 1: 25

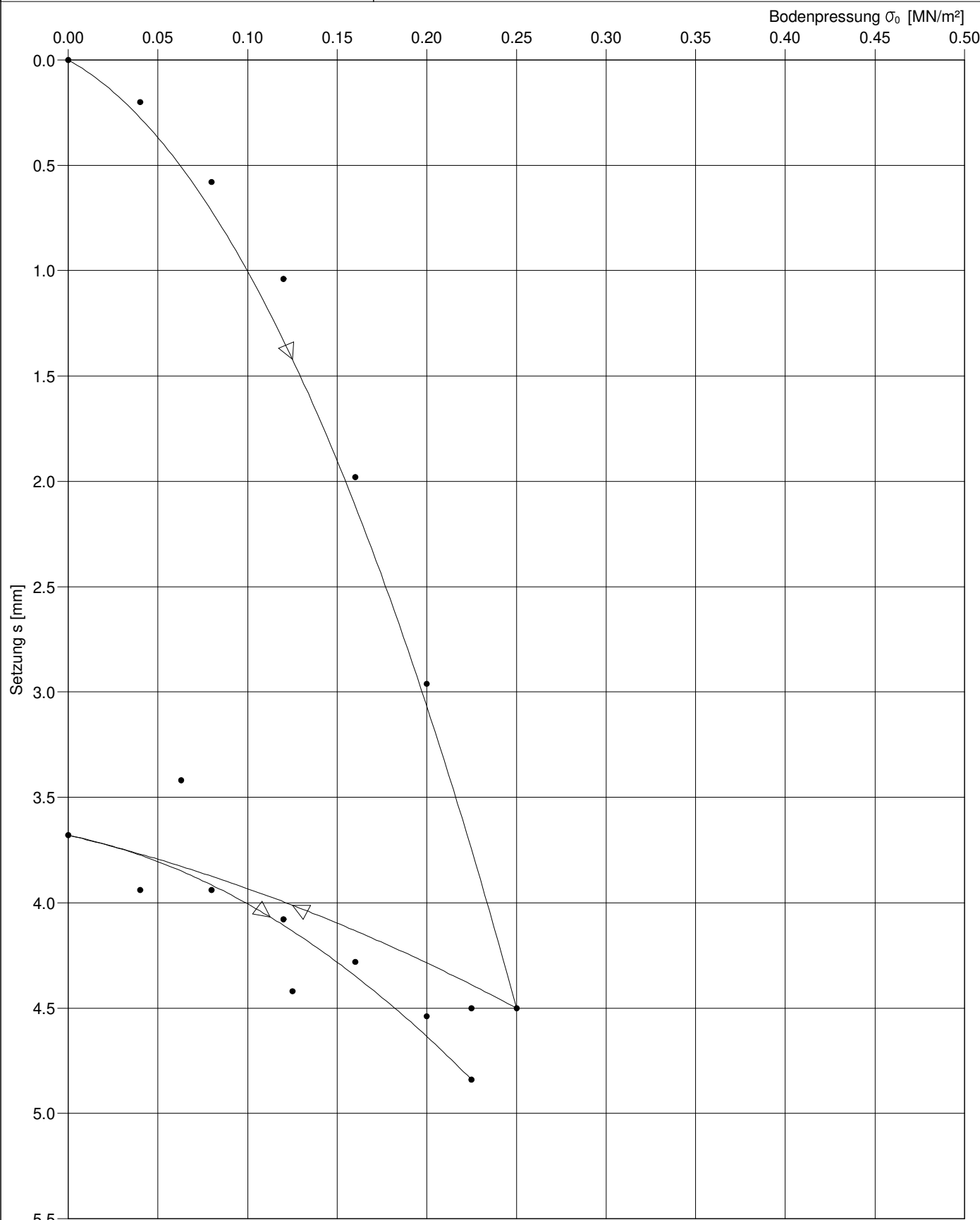
[illegible]



Anlage 4

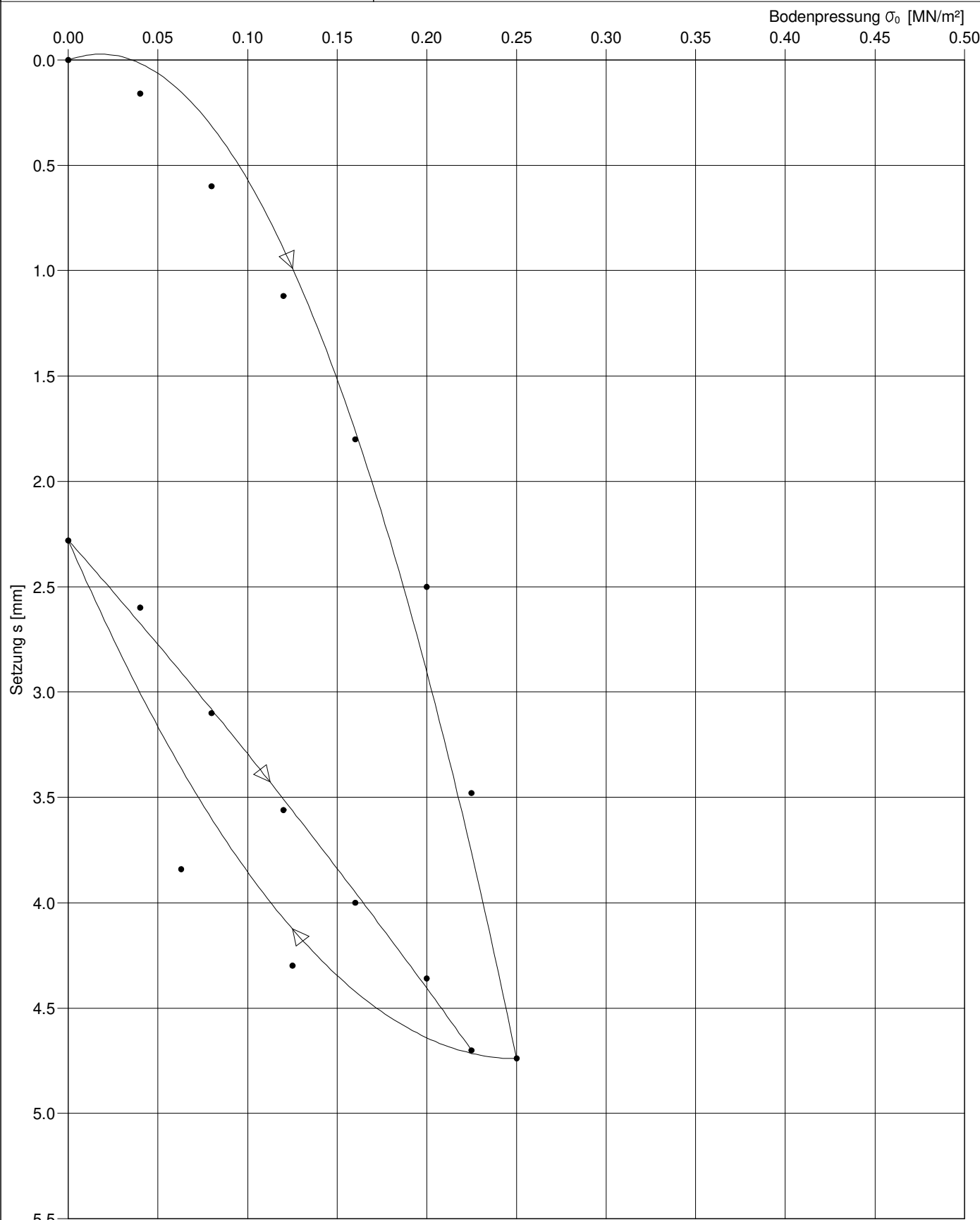
Statische Lastplattendruckversuche

FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach	Projektnr.: 060-B-24
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 4
mail@fag-holzhauser.de	Datum : 30.01.2025
Plattendruckversuch DIN 18 134-300	Messstelle : PDV1
	Bodenart : U,s*,g
	Tiefe u. FOK: 0,7m unter GOK



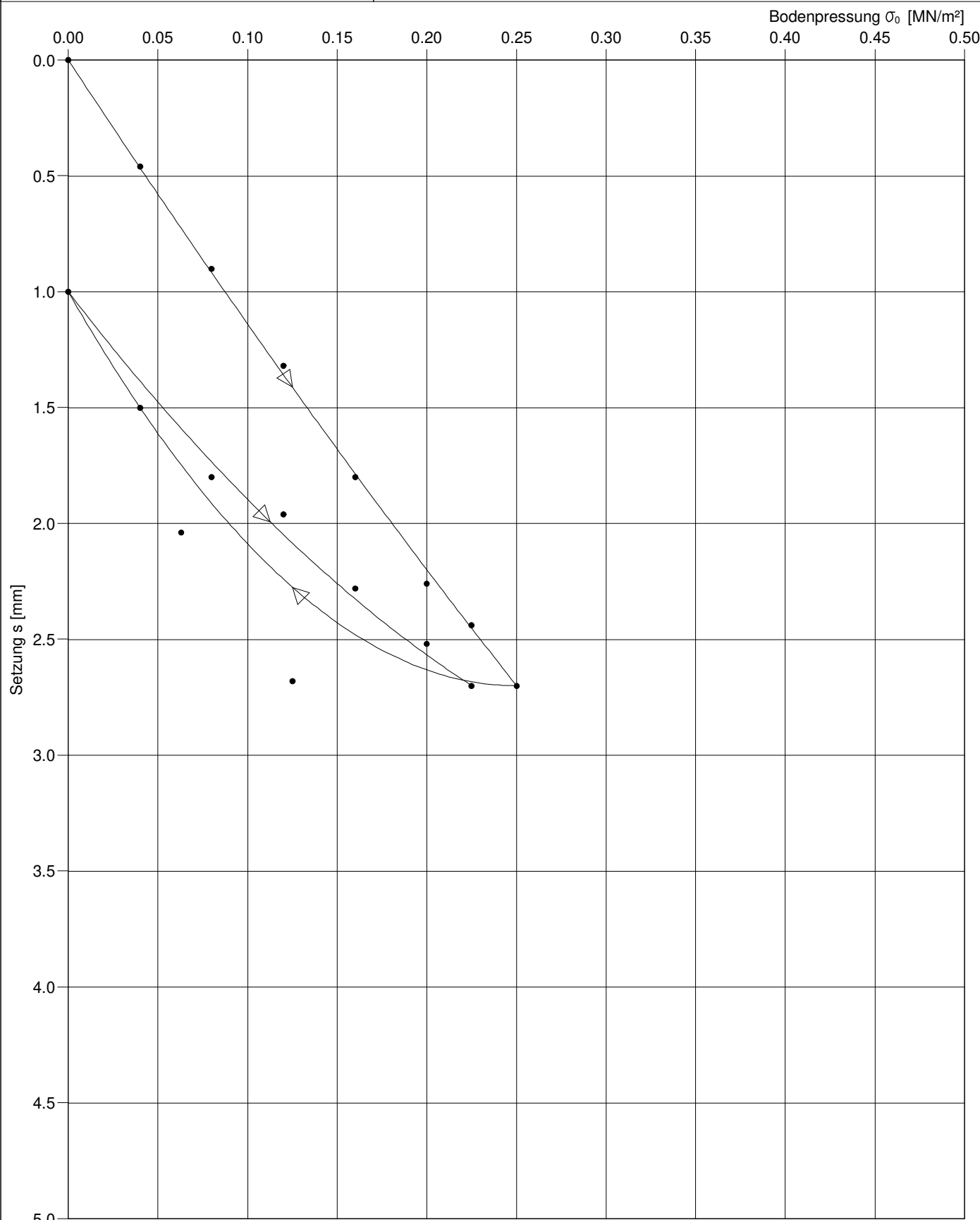
Max. Sigma ₁	Kurve	Parameter a ₁	Parameter a ₂	E _v	Platte d = 300 mm
0.250	1	0.33	75.36	E _{v1} = 11.7 MN/m ²	$\frac{E_{v2}}{E_{v1}} = 3.87$
0.250	2	1.01	15.77	E _{v2} = 45.4 MN/m ²	
Forderung:		E _{v2} >= 45.0 MN/m ²		erfüllt: ja	

FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach	Projektnr.: 060-B-24
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 5
mail@fag-holzhauser.de	Datum : 30.01.2025
Plattendruckversuch DIN 18 134-300	Messstelle : PDV2
	Bodenart : Schluff
	Tiefe u. FOK: 0,55 m unter GOK



Max. Sigma ₁	Kurve	Parameter a ₁	Parameter a ₂	E _v	Platte d = 300 mm
0.250	1	-5.63	88.94	E_{v1} = 13.6 MN/m²	$\frac{E_{v2}}{E_{v1}} = 1.53$
0.250	2	10.58	1.23	E_{v2} = 20.7 MN/m²	
Forderung:		E _{v2} >= 45.0 MN/m ²		erfüllt: nein	

FAG Dr. Holzhauser	Projekt : Malmersdorf, Kernwegausbau
Zur Steinballe 6, 93077 Bad Abbach	Projektnr.: 060-B-24
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34	Anlage : 5
mail@fag-holzhauser.de	Datum : 30.01.2025
Plattendruckversuch DIN 18 134-300	Messstelle : PDV3
	Bodenart : A [S,g']
	Tiefe u. FOK: 0,25 m unter GOK



Max. Sigma ₁	Kurve	Parameter a ₁	Parameter a ₂	E _v	Platte d = 300 mm
0.250	1	12.11	-4.56	E_{v1} = 20.5 MN/m²	$\frac{E_{v2}}{E_{v1}} = 1.59$
0.250	2	9.29	-9.61	E_{v2} = 32.7 MN/m²	
Forderung:		E _{v2} >= 45.0 MN/m ²		erfüllt: nein	



Anlage 5

Sickerversuch

Sickerversuch (Schürfgrube)

Projekt:	Malmersdorf, Kernwegausbau	
Versuch:	Schurfgrube	
Versuchsdatum:	30.01.2025	
Versuchsdaten Schurf:		
Schichtaufbau:	siehe Anlage 2	
Lage:	siehe Anlage 1.2	
Ansatzhöhe (GOK):	- mNN	Nach dem ersten Versuch kam es zu
Grundwasserstand:	- mNN	einem Nachbruch der Schurfwände.
Länge:	2,5 m	Durch die Materialablagerung im
Breite:	0,8 m	Schurftiefsten kam es zu einer
Sickerfähige Schicht	1,2 m	Verringerung der Mächtigkeit der
Sickerfähige Schicht	0,6 m	sickerfähigen Schicht von 1,2 m auf
Tiefe Sohle:	4 m	
Fläche Sohle:	2 m ²	0,6 m

Berechnung über Absenkung

	Wasserstand Anfang [m ü. Sohle]	Wasserstand Ende [m ü. Sohle]	delta Wasserstand [m]	t [sec]	delta t [sec]	kf [m/s]
Vornässphase	2,57	2,46	0,11	600	600	4,63E-05
	2,46	2,38	0,08	1200	600	3,37E-05
	2,38	2,3	0,08	1800	600	3,37E-05
	2,3	2,22	0,08	2400	600	3,37E-05
	2,22	2,16	0,06	3000	600	2,53E-05
	2,16	2,08	0,08	3600	600	3,37E-05
	2,08	2,04	0,04	4200	600	1,68E-05
	2,04	1,98	0,06	4800	600	2,53E-05
1. Versuch	1,98	1,93	0,05	5400	600	2,10E-05
	1,93	1,89	0,04	600	600	1,68E-05
	1,89	1,85	0,04	1200	600	1,68E-05
	1,85	1,8	0,05	1800	600	2,10E-05
	1,8	1,76	0,04	2400	600	1,68E-05
	1,76	1,71	0,05	3000	600	2,10E-05
2. Versuch	1,71	1,65	0,06	3600	600	2,53E-05
	1,84	1,81	0,03	600	600	2,53E-05
	1,81	1,79	0,02	1200	600	1,68E-05
	1,79	1,77	0,02	1800	600	1,68E-05
	1,77	1,75	0,02	2400	600	1,68E-05
	1,75	1,73	0,02	3000	600	1,68E-05
3. Versuch	1,73	1,71	0,02	3600	600	1,68E-05
	1,71	1,68	0,03	600	600	2,53E-05
	1,68	1,66	0,02	1200	600	1,68E-05
	1,66	1,63	0,03	1800	600	2,53E-05
	1,63	1,61	0,02	2400	600	1,68E-05
	1,61	1,59	0,02	3000	600	1,68E-05
	1,59	1,57	0,02	3600	600	1,68E-05

Berechnung des kf-Wertes über Gesetz von DARCY

$$Q = k_f \cdot A \cdot i$$

(Flächenansatz ohne Berücksichtigung der Schurfsohle, da beim Befüllen der Schurfgrube eine Verschlämmen der Schurfsohle unumgänglich war)

Mittelwert Kf [m/s]

1,92E-05



Anlage 6

bodenmechanische Laborversuche

FAG Fachbüro für Angewandte Geologie Dr. Holzhauser
Zur Steinballe 6
93077 Bad Abbach
Tel.: 0 94 05 / 95 65 34 mail@fag-holzhauser.de

Bearbeiter: PH

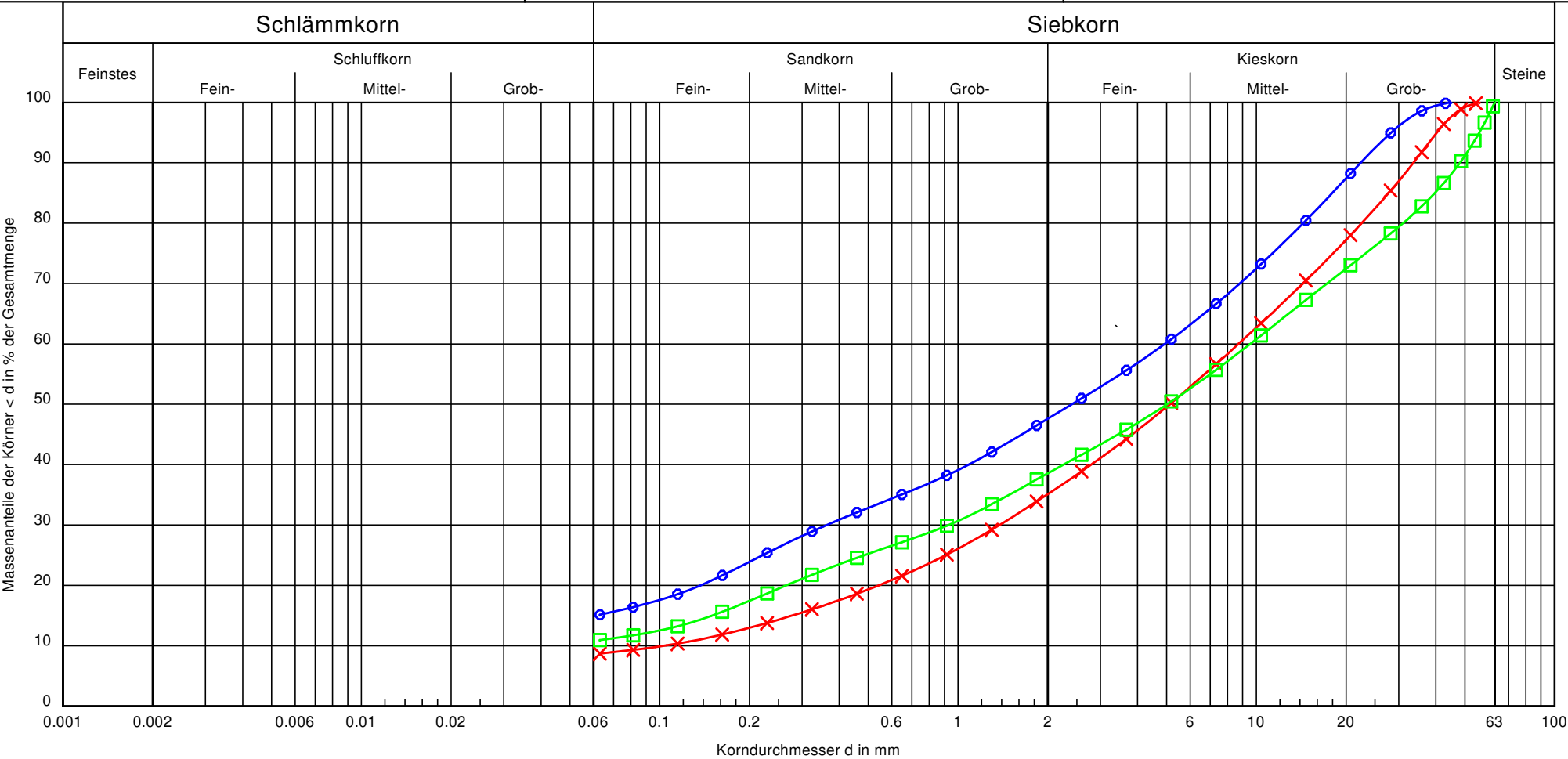
Datum: 17.04.2025

Körnungslinie
Malersdorf
Kernwegausbau

Probe entnommen am: 30.01.2025

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: DIN EN 933-1 (Waschen & Sieben)



Bezeichnung:

E1.1

E3.1

E4.1

Bemerkungen:

Bodenart:

G, u, fs', ms', gs'

G, u', ms', gs'

G, u', fs', ms', gs'

Entnahmestelle:

Schurf 1

Schurf 3

Schurf 4

U/Cc

-/-

84.3/2.1

-/-

Bericht:
060-B-24
Anlage:
6



Anlage 7

Analytik

FAG Dr. Holzhauser
Zur Steinballe 6**93077 Bad Abbach****Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1**

Auftraggeber	FAG Dr. Holzhauser
Eingangsdatum	siehe Tabelle
Projekt	Malmersdorf, Kernwegausbau
Material	Boden
Auftrag	Proj.-Nr. 060-B-25
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	je Probe ca. 2 - 4,4 kg
unsere Auftragsnummer	25B00528
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	18.03.2025 - 10.04.2025
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben 3 Monate, bzgl. EBV und BBodSchV 2021 abweichend 6 Monate und Wasserproben bis 2 Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

München, 10.04.2025

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. A. Pesic

Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Dok.-Nr.: ML 510-02 # 5

Seite 1 von 8 zu Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528	25B00528	25B00528
Probe-Nummer		003	004	005
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
Probeneingang		18.03.2025	18.03.2025	18.03.2025
Analysenergebnisse	Einheit			
Bayern, Eckpunktepapier, Anl3+2 Tab2+1 (FF+EL), Aug. 2023				
Trockenrückstand	Masse-%	88,7	83,3	83,2
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	68,8	97,9	99,7
EOX	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	<100	<100
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Summe PCB (6)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.
Summe PCB (7)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 118	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	7,1	7,9	6,6
Blei	mg/kg TM	3,9	11	9,9
Cadmium	mg/kg TM	0,12	0,14	0,12
Chrom ges.	mg/kg TM	9,5	20	20
Kupfer	mg/kg TM	8,3	14	11
Nickel	mg/kg TM	11	17	18
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	<0,10	<0,10

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528	25B00528	25B00528
Probe-Nummer		003	004	005
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
Zink	mg/kg TM	24	39	35
Eluat 10:1				
pH-Wert		9,0	8,7	8,4
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung	°C	21,6	21,6	21,7
Leitfähigkeit	µS/cm	46	44	68
Chlorid	mg/L	<0,60	<0,60	<0,60
Sulfat	mg/L	<1,0	<1,0	1,0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0
Phenolindex	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0
Arsen	µg/L	0,54	<0,50	<0,50
Blei	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30	<0,30	<0,30
Chrom ges.	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Nickel	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20
Zink	µg/L	<10	<10	<10
Untersuchte Fraktion		Feinfraktion AG	Feinfraktion AG	Feinfraktion AG
Summe (Herbizide, analysiert)	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.
Summe Herbizide ohne Glyphosat + AMPA	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.
Atrazin	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Bromacil	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Diuron	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Hexazinon	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Simazin	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Desethylatrazin	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Dimefuron	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Ethidimuron	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Terbutylazin	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Flumioxazin	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Flazasulfuron	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Summe Glyphosat + AMPA	µg/L	n.n.	n.n.	n.n.
Glyphosat	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
AMPA	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
2,6-Dichlorbenzamid	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Organochlorpestizide		.	.	.
o,p-DDE	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDE	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDD	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDD	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDT	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDT	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probennehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Dok.-Nr.:ML 510-02 # 5

Seite 3 von 8 zu Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528
Probe-Nummer		006
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 4
Probeneingang		18.03.2025
Analysenergebnisse	Einheit	
Bayern, Eckpunktepapier, Anl3+2 Tab2+1 (FF+EL), Aug. 2023		
Trockenrückstand	Masse-%	85,0
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	95,4
EOX	mg/kg TM	<1,0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Pyren	mg/kg TM	<0,050
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,050
Summe PCB (6)	mg/kg TM	n.n.
Summe PCB (7)	mg/kg TM	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030
PCB 118	mg/kg TM	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030
Aufschluss mit Königswasser		
Arsen	mg/kg TM	9,7
Blei	mg/kg TM	13
Cadmium	mg/kg TM	0,16
Chrom ges.	mg/kg TM	22
Kupfer	mg/kg TM	13
Nickel	mg/kg TM	20
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528
Probe-Nummer		006
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 4
Zink	mg/kg TM	44
Eluat 10:1		
pH-Wert		8,2
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung	°C	21,9
Leitfähigkeit	µS/cm	50
Chlorid	mg/L	<0,60
Sulfat	mg/L	<1,0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0
Phenolindex	µg/L	<5,0
Arsen	µg/L	0,73
Blei	µg/L	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30
Chrom ges.	µg/L	<1,0
Kupfer	µg/L	<1,0
Nickel	µg/L	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,20
Zink	µg/L	<10
Untersuchte Fraktion		Feinfraktion AG
Summe (Herbizide, analysiert)	µg/L	n.n.
Summe Herbizide ohne Glyphosat + AMPA	µg/L	n.n.
Atrazin	µg/L	<0,050
Bromacil	µg/L	<0,050
Diuron	µg/L	<0,050
Hexazinon	µg/L	<0,050
Simazin	µg/L	<0,050
Desethylatrazin	µg/L	<0,050
Dimefuron	µg/L	<0,050
Ethidimuron	µg/L	<0,050
Terbuthylazin	µg/L	<0,050
Flumioxazin	µg/L	<0,050
Flazasulfuron	µg/L	<0,050
Summe Glyphosat + AMPA	µg/L	n.n.
Glyphosat	µg/L	<0,050
AMPA	µg/L	<0,050
2,6-Dichlorbenzamid	µg/L	<0,050
Organochlorpestizide		.
o,p-DDE	µg/L	<0,0100
p,p-DDE	µg/L	<0,0100
o,p-DDD	µg/L	<0,0100
p,p-DDD	µg/L	<0,0100
o,p-DDT	µg/L	<0,0100
p,p-DDT	µg/L	<0,0100

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1
Malmersdorf, Kernwegausbau

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Bayern, Eckpunktepapier, Anl3+2 Tab2+1 (FF+EL),				
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	1	DIN EN 15934: 2012-11 ^a 5
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%		DIN EN ISO 17892-4: 2017-04 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	16	DIN 38414-17: 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	30	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	22	DIN EN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe PAK (16)		mg/kg TM		DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	24	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	23	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	17	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	41	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	28	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Summe PCB (6)		mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Summe PCB (7)		mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 118	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM		DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser				DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	25	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1
Malmersdorf, Kernwegausbau

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Kupfer	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Eluat 10:1				DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			2	DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung		°C		DIN 38404-4: 1976-12 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	1	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	15	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	21	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	13	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	9	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	9	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	15	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	8	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	22	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	9	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Untersuchte Fraktion				
Summe (Herbizide, analysiert)		µg/L		berechnet (Herbizide, analysiert) 5
Summe Herbizide ohne Glyphosat + AMPA		µg/L		berechnet 5
Atrazin	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Bromacil	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Diuron	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Hexazinon	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Simazin	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Desethylatrazin	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Dimefuron	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Ethidimuron	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Terbutylazin	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Flumioxazin	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Flazasulfuron	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Summe Glyphosat + AMPA	0,050	µg/L		DIN ISO 16308: 2017-09 ^a 5
Glyphosat	0,050	µg/L	30	DIN ISO 16308: 2017-09 ^a 5
AMPA	0,050	µg/L	30	DIN ISO 16308: 2017-09 ^a 5
2,6-Dichlorbenzamid	0,050	µg/L	35	DIN 38407-36: 2014-09 ^a 5
Organochlorpestizide				- 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01755 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
o,p-DDE	0,010	µg/L	15	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5
p,p-DDE	0,010	µg/L	15	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5
o,p-DDD	0,010	µg/L	20	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5
p,p-DDD	0,010	µg/L	25	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5
o,p-DDT	0,010	µg/L	15	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5
p,p-DDT	0,010	µg/L	15	DIN EN ISO 6468: 1997-02 ^a 5

Die Messunsicherheit (MU) wurde berechnet nach DIN ISO 11352:2013-03 als erweiterte, kombinierte Unsicherheit mit k=2 (95 %), Probenahme nicht inbegriffen.

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: sGBA Pinneberg (D-PL-14170-01)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

FAG Dr. Holzhauser
Zur Steinballe 6

93077 Bad Abbach



Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1

Auftraggeber	FAG Dr. Holzhauser
Eingangsdatum	siehe Tabelle
Projekt	Malmersdorf, Kernwegausbau
Material	Oberboden
Auftrag	Proj.-Nr. 060-B-25
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	je Probe ca. 2 - 4,4 kg
unsere Auftragsnummer	25B00528
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	18.03.2025 - 10.04.2025
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben 3 Monate, bzgl. EBV und BBodSchV 2021 abweichend 6 Monate und Wasserproben bis 2 Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

München, 10.04.2025

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. A. Pesic

Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Dok.-Nr.: ML 510-02 # 5

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528	25B00528
Probe-Nummer		001	002
Material		Oberboden	Oberboden
Probenbezeichnung		Oberboden 1	Oberboden 2
Probeneingang		18.03.2025	18.03.2025
Analysenergebnisse	Einheit		
Probenvorbereitung		+	+
Anteil Fremdmaterial	g / Probe	0,00	0,00
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	4,9	0,7
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	95,1	99,3
Trockenrückstand	Masse-%	81,6	79,1
pH-Wert Boden (CaCl ₂ -Susp.)		7,2	7,1
Aufschluss mit Königswasser			
Arsen	mg/kg TM	7,9	9,0
Blei	mg/kg TM	16	14
Cadmium	mg/kg TM	0,25	0,17
Chrom ges.	mg/kg TM	21	22
Kupfer	mg/kg TM	200	20
Nickel	mg/kg TM	15	18
Quecksilber	mg/kg TM	0,18	0,090
Thallium	mg/kg TM	<0,10	0,12
Zink	mg/kg TM	73	46
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,050	<0,050
Summe PCB (7)	mg/kg TM	n.n.	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 118	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probennehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1

Malmersdorf, Kernwegausbau

unsere Auftragsnummer		25B00528	25B00528
Probe-Nummer		001	002
Material		Oberboden	Oberboden
Probenbezeichnung		Oberboden 1	Oberboden 2
TOC	Masse-% TM	1,9	2,6
Temperatur bei pH-Messung	°C	22,2	22,1
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,010	<0,010
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,010	<0,010
Summe DDT	mg/kg TM	n.n.	n.n.
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,010	<0,010
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,010	<0,010
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,010	<0,010
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,010	<0,010
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,050	<0,050

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1
Malmersdorf, Kernwegausbau

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Probenvorbereitung				DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Anteil Fremdmaterial		g / Probe		DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%		DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%		DIN 19747: 2009-07 ^a 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	2	DIN EN 14346: 2007-03 ^a 5
pH-Wert Boden (CaCl ₂ -Susp.)				DIN EN 15933: 2012-11 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser				DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	25	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,10	mg/kg TM	16	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Summe PAK (16)		mg/kg TM		DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	24	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	23	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	17	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	41	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	28	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	26	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Summe PCB (7)		mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	25	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025PB01757 / 1
Malmersdorf, Kernwegausbau

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
PCB 118	0,0030	mg/kg TM	25	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	25	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	15	DIN EN 15936: 2012-11 ^a 5
Temperatur bei pH-Messung		°C		DIN 38404-4: 1976-12 ^a 5
o,p-DDT	0,010	mg/kg TM	29	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDT	0,010	mg/kg TM	27	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Summe DDT		mg/kg TM		DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDD	0,010	mg/kg TM	29	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDD	0,010	mg/kg TM	37	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDE	0,010	mg/kg TM	29	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDE	0,010	mg/kg TM	24	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Hexachlorbenzol	0,050	mg/kg TM	29	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5

Die Messunsicherheit (MU) wurde berechnet nach DIN ISO 11352:2013-03 als erweiterte, kombinierte Unsicherheit mit k=2 (95 %), Probenahme nicht inbegriffen.

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg (D-PL-14170-01)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.



Anlage 8

Fotodokumentation

Schurf 1



Schurf 2



Schurf 3



Schurf 4



Schwarzdecke

