



Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut

Grund- u. Felsbau | Tunnelbau | Altlasten |
Ingenieur- u. Hydrogeologie | Geotechnische
Messungen | Deponietechnik | Ökoaudit
Geowissenschaftliche Umweltuntersuchungen
Konstruktiver Ingenieurbau



Geotechnischer Bericht

Projekt	Erschließung Gewerbegebiet „Vor dem Bernetswald, 2. Teil“, Weilburg-Waldhausen
Auftraggeber/Bauherr	Stadt Weilburg Mauerstraße 6/8 35781 Weilburg
Planer	Planungsbüro Fischer Partnerschaftsgesellschaft mbB Im Nordpark 1 35435 Wettenberg
Auftragnehmer/Gutachter	gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Robert-Bosch-Str. 7 D- 65549 Limburg/Lahn Telefon: +49 (0) 64 31 91 12 0 Telefax: +49 (0) 64 31 91 12 10 E-Mail: limburg@gbm-baugrundinstitut.de
Projektnummer	e-887125
Sachbearbeiter	Dr.-Ing. S. Hamid
Erstellt	Juni 2025

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung	4
2 Verwendete Unterlagen	4
3 Situation.....	4
4 Durchgeführte Untersuchungen.....	5
4.1 Felduntersuchungen	5
4.2 Laboruntersuchungen	6
5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse	7
5.1 Schichtenbeschreibung	8
5.2 Wasserverhältnisse /Versickerungsfähigkeit des Baugrundes	8
6 Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche	9
6.1 Bestimmungen der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1	9
6.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12	10
6.3 Korngrößenverteilung	10
7 Bodenmechanische Kennwerte	11
8 Bautechnische Klassifizierung/Homogenbereiche.....	12
9 Umwelttechnische Untersuchungen	13
9.1 Bewertungskriterien.....	13
9.2 Bewertung der Bodenmischprobe	14
10 Empfehlungen und bautechnische Hinweise.....	14
10.1 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau	14
10.2 Angaben zum Verkehrswegebau.....	17
10.3 Wasserhaltung	19
10.4 Wiederverwendbarkeit des anstehenden Baugrundmaterials.....	19
11 Abschließende Hinweise	20

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Übersichtslageplan Ausschnitt aus TK 5515 Blatt Weilburg (M 1:25.000)**

Anlage 2 **Lageplan mit Darstellung der Sondieransatzpunkte (M 1:1.000)**

Anlage 3 **Schnitte/Ansichten mit Darstellung der Sondierergebnisse**

Anlage 3.1 Ingenieurgeologischer Schnitt A-A (M 1:150/50)

Anlage 3.2 Ingenieurgeologischer Schnitt B-B (M 1:150/50)

Anlage 4 **Ergebnisse der Feldversuche**

Anlage 4.1 Bohrprofile der Kleinrammbohrungen

Anlage 4.2 Sondierdiagramme der Mittelschweren Rammsondierungen

Anlage 4.3 Ergebnisse Open-End-Test

Anlage 5 **Bodenmechanische Laborergebnisse**

Anlage 5.1 Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Anlage 5.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Anlage 5.3 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4

Anlage 6 **Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18 300 Erdarbeiten**

Anlage 7 **Umwelttechnische Laborergebnisse**

Anlage 7.1 Probenahmeprotokoll

Anlage 7.2 Prüfbericht Analytik

Anlage 7.3 Übersichtstabelle Untersuchungsergebnisse

1 Veranlassung

Die Stadt Weilburg plant die Erschließung des Gewerbegebiets „Vor dem Bernetswald, 2. Teil“ im Ortsteil Waldhausen.

Zur Behandlung der wasserwirtschaftlichen Belange im Rahmen der jeweiligen Bauleitplanverfahren bedarf es der Erstellung von Baugrundgutachten, die neben den Bodenverhältnissen auch die Prüfung der Versickerungsfähigkeit der Böden und die Grundwasserverhältnisse umfassen.

Die gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH · Baugrundinstitut wurde am 22.04.2025 auf Grundlage des Angebotes vom 17.04.2025 mit den erforderlichen Baugrund- sowie Umweltuntersuchungen beauftragt.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht dargestellt und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des Baugrundgutachtens standen der gbm folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Topographische Karte Blatt 5515 Weilburg, herausgegeben von Magic Maps 2016
- [2] Geologische Karte Blatt 5515 Weilburg, hrsg. von Hess. Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden, 1993
- [3] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
- [4] RStO 12/24, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 – Fassung 2024 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); FGSV-Verlag
- [5] RAS-Ew, Richtlinie für die Anlage von Straßen RAS, Teil Entwässerung RAS-Ew, Ausgabe 2005 – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); FGSV-Verlag
- [6] PDF-Datei „V_BP_Vor dem Bernetswald_2Teil_oTF_11-11-2024“

3 Situation

Die Stadt Weilburg plant die Bebauung des Gewerbegebiets „Vor dem Bernetswald, 2. Teil“ im Stadtteil Waldhausen. Zur Behandlung der wasserwirtschaftlichen Belange im Rahmen der jeweiligen Bauleitplanverfahren bedarf es der Erstellung von Baugrundgutachten, die neben den Bodenverhältnissen auch die Prüfung der Versickerungsfähigkeit der Böden und die Grundwasserverhältnisse umfassen.

Die Lage des geplanten Gewerbegebiets geht aus dem Lageplan der Anlage 2 und der nachfolgenden Abbildung hervor.

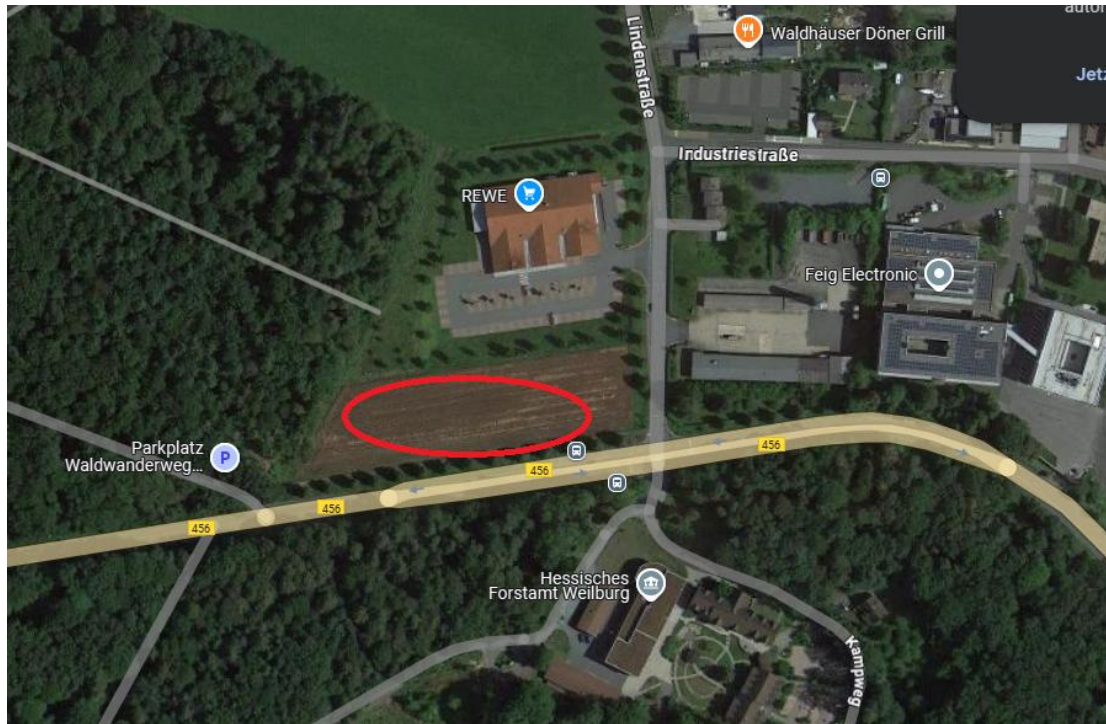


Abbildung 1: Lage des geplanten Gewerbegebiets „Vor dem Bernetswald, 2. Teil“ in Waldhausen

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Zur Klärung der vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich des geplanten Gewerbegebiets wurden am 03.06.2025 von Geoservice Wellenreuther (Nachunternehmer gbm) insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 8) nach DIN EN ISO 22475-1 mit einer maximalen Erkundungstiefe von 4,00 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte wurden zusätzlich zwei Mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 und DPM 2) nach DIN EN ISO 22 476-2 ebenfalls bis max. 4,00 m u. GOK abgeteuft.

Die Aufzeichnungen der Bohrprofile aus den direkten Bodenaufschlüssen sind zusammen mit den Ergebnissen der Mittelschweren Rammsondierungen in den ingenieurgeologischen Schnitten der Anlage 3 aufgetragen. Die Schnittführung ist im Lageplan der Anlage 2 eingetragen.

Die Lage der mittels GPS - Gerät (Koordinatensystem: UTM) lagen- und höhenmäßig eingemessenen Sondieransatzpunkte ist in der Anlage 2 ersichtlich. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ansatzhöhen und die erzielten Sondierteufen der einzelnen Bodenaufschlüsse und Versuche aufgelistet.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bodenaufschlüsse

Ansatzpunkt	Höhe Ansatzpunkt [m ü. NHN]	Aufschlusstiefe [m u. GOK]	Endtiefe [m ü. NHN]	SW / GW [m u. GOK]
KRB 1	263,35	4,00	259,35	-
KRB 2	260,80	4,00	256,80	-
KRB 3	259,96	4,00	255,96	-
KRB 4	257,92	4,00	253,92	-
KRB 5	261,02	4,00	257,02	-
KRB 6	255,17	4,00	251,17	-
KRB 7/SV 2	258,35	0,80	-	-
KRB 8/SV 1	261,09	0,80	-	-
DPM 1	261,25	4,00	257,25	-
DPM 2	258,95	4,00	254,95	-

Die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen sind grafisch nach DIN 4023 in Anlage 4.1, die Sondierdiagramme der Mittelschweren Rammsondierungen sind in Anlage 4.2 ersichtlich.

Zur Abschätzung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrundes wurden zwei Sickerversuche (SV1 und SV2) als Open-End-Test im ausgebauten Bohrloch nach USBR-Formel ausgeführt. Die Ergebnisse der Sicker- versuche sind in der Anlage 4.3 dokumentiert.

4.2 Laboruntersuchungen

Aus den erkundeten Böden wurden Bodenproben zur Untersuchung der Materialeigenschaften entnommen. Im Einzelnen wurden folgende bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 (Anlage 5.1)
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (Anlage 5.2)
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 (Anlage 5.3)

Zudem wurde die umweltchemische Analyse einer Bodenprobe nach der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) durchgeführt.

Auf die umwelttechnischen Untersuchungen wird in Kapitel 9 eingegangen, die Ergebnisse sind in der Anlage 7 ersichtlich.

5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse

Den Angaben der Geologischen Karte Blatt 5515 Weilburg [2] zufolge wird der Untersuchungsstandort oberflächennah von quartärem Lösslehm und Terrassenablagerungen der Lahn und ihrer Nebenflüsse eingenommen. Der tiefere Untergrund des untersuchten Geländes wird von Tertiären, neuvulkanischen Eruptivgesteinen sowie Devonischen Festgesteinen aufgebaut, bei denen es sich laut Geologischer Karte um geschichtete Schalsteine (Diabastuff), Diabas Mandelstein und Schiefer handelt.

Durch die Aufschlüsse wurden die nachfolgend vereinfacht aufgeführten Hauptschichten erkundet:

- Schicht 1: Ackerboden
- Schicht 2: Schluff/Lehm
- Schicht 3: Hangschutt/Verwitterungslehm
- Schicht 4: Felszersatz (Tonschiefer/ Roter Schalstein)

Die erkundete Baugrundabfolge wird nachfolgend tabellarisch zusammengefasst, wobei die Teufenbereiche der jeweiligen Schicht in Meter unterhalb des Sondieransatzpunktes aufgeführt sind. Die Höhe des Sondieransatzpunktes wird als Klammerwert in Spalte 1 in m NN angegeben.

Tabelle 2: Tabellarische Schichtenabfolge

Höhe Ansatzpunkt [müNN]	Teufenbereich (m u. GOK)			
	Schicht 1 Ackerboden	Schicht 2 Schluff/Lehm	Schicht 3 Hangschutt	Schicht 4 Felszersatz
KRB 1 [263,35]	0,0 – 0,40 OH/OU	0,40 – 1,10 UL/TL/TM	1,10 – 2,70 GU/GU*/GT*	2,70 – 4,00 SU*/GU*/Zz
KRB 2 [260,80]	0,0 – 0,40 OH/OU	0,40 – 2,10 UL/TL/TM	2,10 – 2,90 GU/GU*/GT*	2,90 – 4,00 SU*/GU*/Zz
KRB 3 [259,96]	0,0 – 0,40 OH/OU	0,40 – 2,50 UL/TL/TM	2,50 – 2,90 GU/GU*/GT*	2,90 – 4,00 SU*/GU*/Zz
KRB 4 [257,92]	0,0 – 0,40 OH/OU	0,40 – 3,70 UL/TL/TM	-	3,70 – 4,00 SU*/GU*/Zz
KRB 5 [261,02]	0,0 – 0,40 OH/OU	0,40 – 4,00 UL/TL/TM	-	-
KRB 6 [255,17]	0,0 – 0,30 OH/OU	0,30 – 4,00 UL/TL/TM	-	-
KRB 7/ SV 2 [258,35]	0,0 – 0,30 OH/OU	0,30 – 0,80 TL/TM	-	-
KRB 8/ SV 1 [255,17]	0,0 – 0,30 OH/OU	0,30 – 0,80 UL/TL	-	-

Hinsichtlich der detaillierten Schichtenabfolge wird auf die Bohrprofile nach DIN 4023 der Anlage 4.1 verwiesen.

5.1 Schichtenbeschreibung

Schicht 1: Ackerboden

In allen Kleinrammbohrungen wurde als Deckschicht Ackerboden bestehend aus einem schwach humosen, schwach feinsandigen Schluff erkundet. Die Dicke des erkundeten Ackerbodens schwankt zwischen 0,30 m und 0,40 m. Der erkundete Oberboden war locker gelagert bzw. weich.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen OH bzw. OU vor.

Schicht 2: Schluff/Lehm

Unter dem erkundeten Ackerboden wurde ein schwach feinsandiger, sehr schwach toniger Schluff/Lehm aufgeschlossen. Der erkundete Lehmboden war weich bis steif. Die Färbung wechselt zwischen hellbraun und graubraun.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen UL/TL/TM vor.

Schicht 3: Hangschutt/Verwitterungslehm

Im Liegenden des erkundeten Lehmbodens wurde in den Kleinrammbohrungen KRB 1 – 3 ein rotbrauner, mitteldicht gelagerter Hangschutt aufgeschlossen.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen GU/GU*/GT* vor.

Schicht 4: Felsersatz

Als unterstes Schichtglied wurde in den Kleinrammbohrungen KRB 1 – 4 ein stark verwittertes bis zersetztes, rotbraunes Festgestein (Tonschiefer/ Roter Schalstein) aufgeschlossen. Der erkundete Felsersatz war mitteldicht bis dicht gelagert bzw. fest.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen SU*/GU*/Zz vor.

5.2 Wasserverhältnisse /Versickerungsfähigkeit des Baugrundes

Die erkundeten Lehm Böden und der Felsersatz sind nach DIN 18 130 schwach bis sehr schwach durchlässig.

In Abhängigkeit vorangegangener Niederschlagsereignisse ist am Baustandort mit Schicht- und Stauwasserbildung in den sandigen Bodenpartien zu rechnen.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurde in den durchgeführten Kleinrammbohrungen bis zur maximalen Erkundungstiefe von 4,00 m u. GOK kein Grundwasser angetroffen.

Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrunds wurden zwei Sickerversuche SV 1 und 2 als Open-End-Test im ausgebauten Bohrloch bei KRB 7 und KRB 8 ausgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in der Anlage 4.3 dokumentiert.

Es wurden die nachfolgenden Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt:

Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 5,7 \times 10^{-9}$ m/s im Versuch SV 1 bei KRB 8

Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 8,5 \times 10^{-9}$ m/s im Versuch SV 2 bei KRB 7

Somit sind die anstehenden Lehm Böden und der Felsersatz als schwach bis sehr schwach wasserdurchlässig zu bewerten. Daher ist eine Regenwasserversickerung nach ATV am untersuchten Standort nicht möglich.

6 Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche

Aus den Bodenaufschlüssen wurden repräsentative Bodenproben entnommen und hinsichtlich der notwendigen bodenmechanischen Kenndaten bewertet.

Zur Bodenklassifizierung der angetroffenen Lockergesteine wurden die natürlichen Wassergehalte, die Zustandsgrenzen und die Korngrößenverteilung an gestörten Bodenproben im Baugrundlabor der gbm ermittelt.

Die Ergebnisse der einzelnen Laborversuche sind detailliert in der Anlage 5 zusammengestellt. Nachfolgend werden die Laborergebnisse bewertet.

6.1 Bestimmungen der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1

Die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Bodenproben wurden auf ihren natürlichen Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 untersucht.

Tabelle 3: natürliche Wassergehalte der anstehenden Lehm Böden

Probe Nr.	Bohrung Nr.	Erkundungstiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Bodenart
15719	KRB 1	0,40 – 1,10	15,5	Lehm/Schluff
15720	KRB 1	1,10 – 2,00	18,5	Schluff, stark kiesig
15725	KRB 2	1,00 – 2,10	22,6	Lehm/Schluff
15729	KRB 3	0,40 – 1,50	15,4	Lehm/Schluff
15735	KRB 4	0,90 – 2,10	23,9	Lehm/Schluff
15741	KRB 5	0,90 – 1,70	25,7	Lehm/Schluff
15742	KRB 5	1,70 – 2,60	26,1	Lehm/Schluff

Die ermittelten Wassergehalte sind charakteristisch für die erkundeten bindigen Böden und bestätigen die vorgenommene Feldansprache. Der erkundete Lehm war weich bis steif.

6.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

An den nachfolgenden Proben wurden die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 ermittelt sowie die resultierende Bodengruppe nach DIN 18 196 abgeleitet.

Tabelle 4: Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bohrung Nr.	Tiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Konsistenz	Bodengruppe (DIN 18 196)
KRB 2	1,00 – 2,10	22,6	0,119	0,849	steif	TL
KRB 4	0,90 – 2,10	23,9	0,123	0,789	steif	TL

Die versuchstechnisch nachgewiesenen Konsistenzen der erkundeten bindigen Böden (Schluff, Ton) lagen im steifen Bereich und bestätigen die bei der Feldansprache festgestellten Konsistenzen.

Auf die hohe Wasserempfindlichkeit des teilweise vorliegenden, leichtplastischen Lösslehms (TL-Boden) wird hier hingewiesen. Bei Wasserzutritt und mechanisch/dynamischer Beanspruchung reagiert der Schluff (leichtplastischer Ton der Bodengruppe TL) wie eine fließende Bodenart.

Die anstehenden bindigen Böden sind als sehr wasser- und frostempfindlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen.

6.3 Korngrößenverteilung

An der nachfolgenden Probe wurde die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 ermittelt. Hierbei sind die Massenprozente der jeweiligen Kornfraktion in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 5: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4

Probe gbm	Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	Feinkorn <0,063 mm [M.-%]	Sand S [M.-%]	Kies G [M.-%]	Frostempfindlichkeit	Bodengruppe (DIN 18 196)
15720	KRB 1	1,10 – 2,00	G, s, u	20,9	17,8	61,4	F3	GU*

7 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können aufgrund der Bodenansprache, der durchgeführten Laborversuche und basierend auf Erfahrungswerten folgende mittlere charakteristische Kennwerte für die anstehenden Bodenarten angesetzt werden:

Schicht 1: Ackerboden

Bodengruppe: OH/OU

Feuchtwichte	γ	=	13,0 – 16,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'	=	3,0 – 6,0 kN/m ³

Hier erfolgen keine weiteren Angaben, da Oberboden generell nicht überbaut werden darf.

Schicht 2: Schluff, Lehm, weich bis steif

Nach DIN 18 196 ergibt sich die Einstufung UL/TL/TM

Feuchtwichte	γ_k	=	18,0 – 22,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'_{k1}	=	8,0 – 12,0 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'_{k1}	=	25° – 30°
Kohäsion	c'_{k1}	=	5 – 15 kN/m ²
Steifemodul	$E_{s,k1}$	=	4 – 8 MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f1}	=	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

Schicht 3: Hangschutt

Nach DIN 18 196 ergibt sich die Einstufung GU/GU*

Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht

Feuchtwichte	γ_k	=	19,0 – 22,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'_{k1}	=	9,5 – 12,5 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'_{k1}	=	28° – 32°
Kohäsion	c'_{k1}	=	2 – 5 kN/m ²
Steifemodul	$E_{s,k1}$	=	20 – 30 MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f1}	=	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

Schicht 4: Felsersatz

Bodengruppe nach DIN 18196: [SU*/GU*/Zz]

Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht

Feuchtwichte	γ_k	=	18,0 – 23,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	γ'_{k1}	=	8,0 – 13,0 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'_{k1}	=	30° – 35°
Kohäsion	c'_{k1}	=	5 – 15 kN/m ²
Steifemodul	$E_{s,k1}$	=	50 – 80 MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f1}	=	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

8 Bautechnische Klassifizierung/Homogenbereiche

Die erkundeten Bodenschichten sind gemäß den Normen der VOB/C in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen.

Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkspezifisch in Abhängigkeit von den einsetzbaren Baugeräten festzulegen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand werden Erdarbeiten nach DIN 18 300 erforderlich.

In Tabelle 6 werden die verschiedenen Bodenschichten in Homogenbereiche nach DIN 18 300 eingeteilt und nach DIN 18 196 und der ZTV E-StB 17 klassifiziert.

In der Anlage 6 ist die Zuordnung der im baurelevanten Bereich anstehenden Bodenschichten in Homogenbereiche nach DIN 18 300: September 2019 dargestellt.

Falls sich Änderungen im Zuge der weiteren Planung bis zur Ausschreibung ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

Tabelle 6: Homogenbereiche nach ATV DIN 18 300

Bodenschichten	Boden-gruppe DIN 18196	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach ATV DIN 18 300
Schicht 1: Ackerboden	OH/OU	-
Schicht 2: Lem/Schluff	UL/TL/TM	E1
Schicht 3: Hangschutt	GU/GU*	E2
Schicht 4: Felszersatz	SU*/GU*/Zz	

Die erkundeten bindigen Böden (UL/TL/TM) sind sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Der grob- bis gemischtkörnige Hangschutt und der Felszersatz sind je nach Feinkornanteil in die Frostempfindlichkeitsklassen F2 – F3 einzustufen.

Insbesondere bei Winterbaustellen sind somit entsprechende Zusatzmaßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen zu beachten.

9 Umwelttechnische Untersuchungen

Zur Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im geplanten Bereich wurden am 03.06.2025 insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 8) max. bis 4,00 m unter GOK nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft.

Das Bohrgut wurde durch gbm begutachtet und beprobt. Anschließend wurde in Anlehnung an die LAGA PN98 eine Bodenmischprobe zusammengestellt. Diese wurde zwecks orientierender Untersuchung in einem akkreditierten Labor chemisch-analytisch untersucht.

Tabelle 7: Chemisch-analytisch untersuchte Laborprobe

Probe Nr.	Entnahmestelle	Material	Beauftragte Analytik
gbm15807	Bodenmischprobe MP aus KRB 1 0,40 – 1,10 m KRB 2 0,40 – 2,10 m KRB 3 0,40 – 2,50 m KRB 4 0,40 – 2,10 m KRB 5 0,40 – 2,60 m KRB 6 0,30 – 4,00 m KRB 7 0,30 – 0,80 m KRB 8 0,30 – 0,80 m	(Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, Lösslehm, Hanglehm, hellbraun) + (Schluff, feinsandig, Lösslehm, hellbraun) + (Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, Lösslehm/Hanglehm, hellbraun) + (Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, Lehm, Quarz, Kiesel, hellbraun bis braun)	EBV

9.1 Bewertungskriterien

- [U1] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln -, vom 06.11.1997
- [U2] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV, vom 30.06.2020
- [U3] Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung – des BMU vom 09.08.2005
- [U4] Ländergemeinschaft Abfall - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen - LAGA PN98 - Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien, Stand 2002
- [U5] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und zur Änderung der Deponieverordnung (DepV) und Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) vom 16.07.2021

9.2 Bewertung der Bodenmischprobe

Im Material der untersuchten Bodenmischprobe gbm15807 überschreitet keiner der Parameter die BM / BG 0 -Zuordnungswerte der EBV. Das Material ist somit als **BM / BG 0**-Material einzustufen.

Der beprobte Boden ist unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 – *Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen* – einer Verwertung oder einer Entsorgung zuzuführen.

Tabelle 8: Einstufung der Bodenmischprobe

Probe Nr.	Entnahmestelle	Einstufungsrelevante Parameter	Einstufung nach EBV	AVV-Schlüssel
gbm15807	Bodenmischprobe MP aus KRB 1 0,40 – 1,10 m KRB 2 0,40 – 2,10 m KRB 3 0,40 – 2,50 m KRB 4 0,40 – 2,10 m KRB 5 0,40 – 2,60 m KRB 6 0,30 – 4,00 m KRB 7 0,30 – 0,80 m KRB 8 0,30 – 0,80 m	–	BM / BG 0	17 05 04

AVV = Abfallverzeichnisverordnung

10 Empfehlungen und bautechnische Hinweise

10.1 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau

Angaben zur Höhenlage der geplanten Straßen bzw. Tiefenlage der Leitungen liegen gbm nicht vor.

Bei der Herstellung von Baugruben bzw. Leitungsgräben sind weitergehende Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 zu beachten.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können unverbaute Baugruben bei Tiefen bis 5,00 m ohne Grundwassereinfluss und abseits von Lasteinflüssen nach den Maßgaben der DIN 4124 ohne weiteren statischen Nachweis mit einem Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ bei den erkundeten Auffüllungen und bei bindigen Böden in weicher Konsistenz hergestellt werden. Bei mindestens steifer Konsistenz der bindigen Schichten darf die Böschungsneigung auf $\beta \leq 60^\circ$ erhöht werden.

Baugruben bzw. Fundamentgräben bis 1,25 m Tiefe können nach DIN 4124 senkrecht ausgehoben werden.

Baugruben bis max. 1,75 m Tiefe können mit abgeböschten Kanten gemäß Abbildung 2 ausgehoben werden. Gruben tiefer als 1,75 m sind geböscht oder verbaut auszuführen.

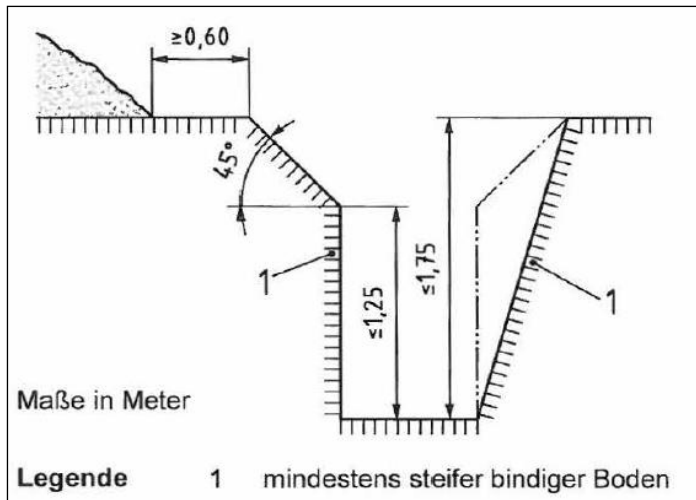


Abbildung 2: Gräben mit geböschten Kanten gemäß DIN 4124

An den Rändern der hergestellten Gräben ist ein mindestens 1,0 m breiter Schutzstreifen anzuordnen, der aus Sicherheitsgründen mit Baumaschinen nicht befahren und auch von Aushubmaterial oder anderen zusätzlichen Lasten freigehalten werden sollte.

Bei längeren Standzeiten der freigelegten Böschungsflächen sind diese im Bereich von witterungsempfindlichen Lehmböden durch Abdecken mit einer Folie gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Alternativ kann der Aushub des Kanalgrabens im Schutz eines Verbaus vorgenommen werden, der unter den geotechnischen und örtlichen Randbedingungen je nach Aushubtiefe als einschieniger bzw. gestufter Gleitschienenverbau ausgebildet werden kann. In Bereichen mit querenden Leitungen ist ggf. ein „Innerstädtischer Linearverbau“ in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Im Bereich von angrenzenden Leitungen ist auf einen ordnungsgemäßen und kraftschlüssigen Verbau zu achten, um schädliche Setzungen der Leitungen zu vermeiden.

Der Nachweis der Standsicherheit des Verbaus ist in Abstimmung mit den bodenmechanischen Kenndaten (siehe Kap. 6) des angegebenen Baugrundes nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu führen.

Der Aushub des Kanalgrabens kann mechanisch mit einem Bagger erfolgen.

Die Kanalgräben sind entsprechend den Empfehlungen in DIN EN 1610 herzustellen und unmittelbar nach Aushub mit einer entsprechend starken, steinfreien Sand- bzw. Kiesschicht (Bettung) zu verfüllen, die statisch verdichtet werden sollte.

Die Bettung des geplanten Kanals ist entsprechend DIN EN 1610 mindestens 100 mm dick unter Rohrsohle auszubilden und entsprechend den statischen Erfordernissen auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Nach DIN EN 1610 sollten als Bettungsmaterial keine Baustoffe mit Bestandteilen größer als

22 mm bei $DN \leq 200$

40 mm bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$

verwendet werden.

Alternativ kann auch eine Bettung aus Beton nach DIN EN 1610 hergestellt werden.

In der Leitungszone dürfen nach DIN EN 1610 nur rollige, steinfreie nicht bindige bis schwach bindige Baustoffe der Bodengruppen G1 und G2 (Verdichtbarkeitsklasse V1) eingebaut werden. Diese Baustoffe sind lagenweise mindestens auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten (siehe Tabelle 9 und Abbildung 3).

Tabelle 9: Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB12 / DWA-A 139

Bodengruppe ATV-DVWK-A 127	Bodengruppe DIN 18196	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 12
G1	GW, GI, GE, SW, SI, SE	V1
G2	GU, GT, SU, ST	
G3	GU*, GT*, SU*, ST*	V2
	UL, UM	V3
G4	TL, TM	Für die Verfüllung im Straßenraum ohne Vergütung nur bedingt geeignet
	TA, UA, OU, OT, OH	nicht geeignet für die Verfüllung im Straßenraum

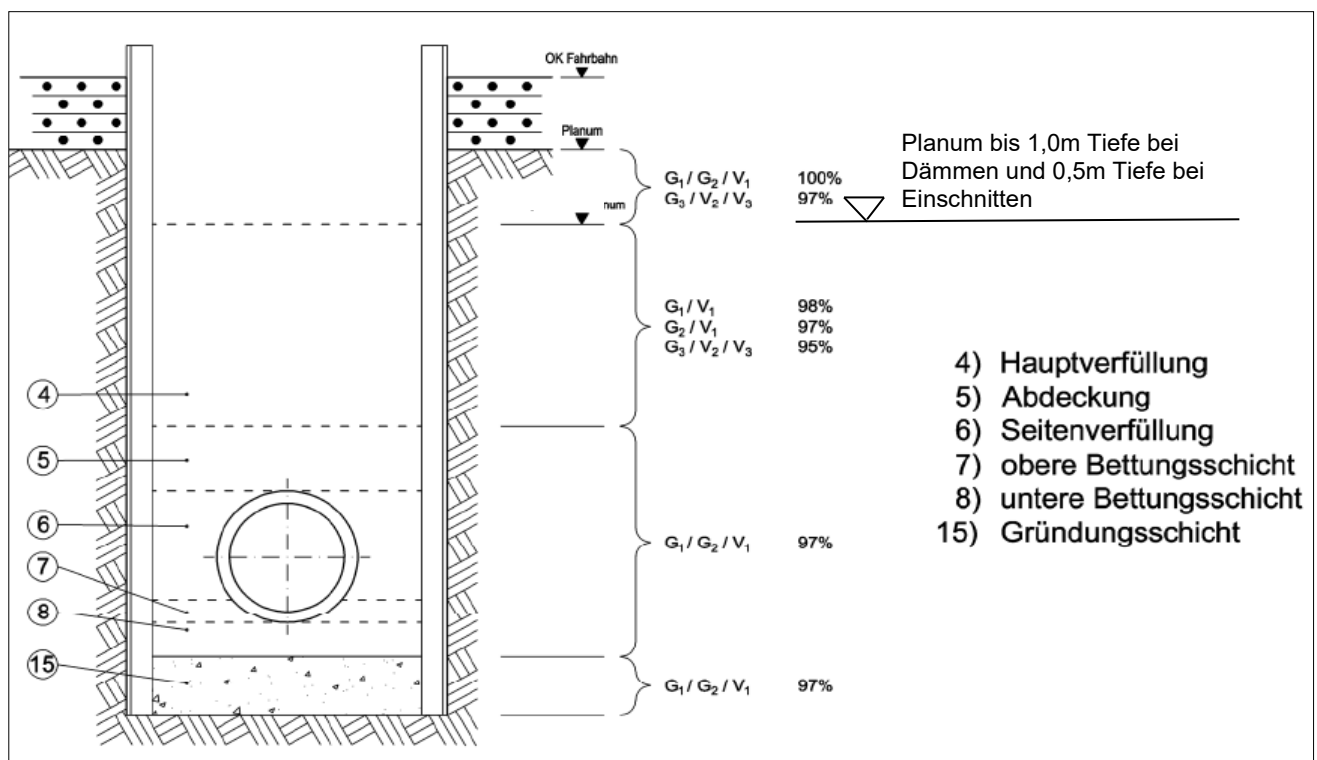


Abbildung 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV A-StB12 / DWA-A 139

Das Material ist beiderseits der Rohrleitung und bis zu einer Höhe von 0,15 m über Rohrscheitel je nach eingesetztem Verdichtungsgerät in Lagen von ca. 0,3 m anzuschütten und sorgfältig zu verdichten.

Die Verdichtungsanforderung für den Bereich der Leitungszone liegt bei $D_{Pr} \geq 97\%$ (vgl. Abbildung 3).

Für den Bereich unterhalb des Planums (befestigte Verkehrswege) sind nach ZTV E StB die Verdichtungsanforderungen bis 0,5 m in Einschnitten bzw. 1,0 m in Dammlage in Abhängigkeit der Verdichtbarkeitsklasse $D_{Pr} \geq 100 \%$ (bei V1) bzw. $D_{Pr} \geq 97 \%$ (bei V2 und V3) zu erreichen.

Für die Hauptverfüllung sind in diesem Bereich unter ggf. geplanten befestigten Fahrbahndecken die Bodenarten gemäß Tabelle 10 zu verwenden.

Tabelle 10: Verdichtung Hauptverfüllung bis 0,5 m im Einschnitt bzw. 1,0 m in Dammlage unter Straßenplanum

Bodengruppe nach ATV-DVWK-A 127	Bodengruppe DIN 18196	Erforderlicher Verdichtungsgrad D_{Pr}
G1	GW, GI, GE, SW, SI, SE	98 %
G2	GU, GT, SU, ST	97 %
G3	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM	95 % ($n_a < 12\%$)

Für die Hauptverfüllung unterhalb von 0,5 m bzw. 1,0 m unter Planum wird von gbm ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98 \%$ empfohlen.

Sofern bei den Tiefbauarbeiten örtlich Schichtwasser angetroffen wird, ist dieses kontrolliert in offener Wasserhaltung zu fassen und schadlos aus dem Baufeld abzuführen. Für die Wasserhaltung ist eine Pumpe mit einer Leistung von 2 l/s zuzüglich Tagwasser vorzuhalten.

Eine ordnungsgemäße Tagwassersicherung der Baustelle ist durch das ausführende Unternehmen vorzusehen.

Hinsichtlich der Kanalbauarbeiten wird empfohlen, die Ausführung entgegen dem Rohrleitungsgefälle auszuführen, um über die fertiggestellten Abschnitte den aktuellen Arbeitsbereich entwässern zu können.

Die Grabenverfüllung ist innerhalb des Verbaus bei sukzessivem Ziehen durchzuführen.

Bei der Wiederverfüllung von Leitungsgräben mit nicht-bindigem Material ist sicherzustellen, dass sich keine Längsdrainage ausbilden kann. Dies wird z. B. durch den Einbau von Querriegeln aus Ton oder Beton verhindert.

10.2 Angaben zum Verkehrswegebau

Für die geplante Erneuerung des Straßenaufbaus wird auf die Empfehlungen und Regelungen der ZTVE-StB 17 und RStO 12/24 verwiesen.

Der erforderliche frostsichere Aufbau richtet sich nach den Empfehlungen der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24) in Abhängigkeit der Belastungsklasse sowie des gewählten Fahrbahnoberbaus.

Die zum Teil erkundeten bindigen Lehmböden sind als sehr frostempfindlich (F3) anzusehen. Bei einer angenommenen Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 1,8 (durch den Planer zu überprüfen) ergibt sich nach RStO 12/24 Tabelle 13 eine Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaues von 60 cm.

Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind nach Tabelle 14 der RStO 12/24 vom Planer zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Außerdem ist bei den anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden davon auszugehen, dass die für eine standardisierte Bauweise nach RStO 12/24 geforderte Grundtragfähigkeit des Erdplanums von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ teilweise nicht nachweisbar ist.

Es wird daher empfohlen, das Erdplanum je nach Beschaffenheit ca. 20 bis 40 cm tiefer auszuheben, gegen gut abgestuftes Natursteinmaterial der Körnung 0/32, 0/45 oder 0/56 mm als Tragschichtmaterial auszutauschen und anschließend die geforderte Grundtragfähigkeit mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ist sachverständig oder anhand von Probefeldern festzulegen.

Zur Reduzierung der Kosten kann ggf. auch unbelastetes RC-Material (Betonrecycling), Steinerde, Krotzen oder vergleichbares Vorsiebmaterial verwendet werden. Dies ist im Vorfeld mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Alternativ kann eine Planumsstabilisierung durch eine mindestens 0,4 m tiefe Bodenverbesserung durch Zugabe von 3 – 4 % hydraulischen Bindemitteln (Mischbinder auf 30/70 Kalk-Zement-Basis) erreicht werden. Dafür sind Eignungsprüfungen gemäß TP BF-StB, Teil B 11.3 erforderlich, um die zum Zeitpunkt der Bauarbeiten erforderlichen erdbautechnischen Einbauparameter festzulegen.

Vorbehaltlich einer noch zu ermittelnden exakten Zuschlagsmenge anhand der aktuellen Wassergehalte in Form einer bodenmechanischen Eignungsprüfung, kann vorab von einer Bindemittelmenge von 3 – 4 % ausgegangen werden. Eine Wasserzugabe im Rahmen der Konditionierungsarbeiten ist nicht auszuschließen.

Die Aufbringungsmenge an Bindemittel pro m^2 Konditionierungsfläche ist dann in Abstimmung mit der zur Verfügung stehenden Fräse zu wählen. Zum Beispiel werden bei einer Einfrästiefe von 40 cm in das Erdplanum 20 - 30 kg/m^2 Bindemittel erforderlich.

Das Untermischen erfolgt dann mittels Hochleistungsfräse bis zur vollständigen Homogenisierung des Erdmaterials.

Bei einer Bodenvergütung wird eine einfache Proctordichte von mindestens 97 % nach ZTVE gefordert. Der Luftporenanteil soll dabei unterhalb von 8 % liegen. Auf OK Bodenvergütung ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Wir empfehlen, den Verdichtungsgrad D_{Pr} mittels direkter Dichtebestimmungen gemäß DIN 18 125 in Verbindung mit Proctorversuchen nach DIN 18 127 zu überprüfen.

Der weitere frostsichere Straßenaufbau richtet sich nach den Vorgaben der RStO 12/24.

Bei einer Bauweise mit **Asphaltdecke** ist zu berücksichtigen, dass bei der angenommenen Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 1,8 auf der OK Frostschutz ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden muss.

(Dickenangaben in cm: — E_{v2}-Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3			
	B [Mio.]	> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				≤ 0,3			
	Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht																													
1	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4			
	Asphalttragschicht	22				18				14				12				16				14				10			
	Frostschutzschicht	45				45				45				45				45				45				45			
	Dicke der Frostschutzschicht	-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ³⁾	39	49	59	-	33 ²⁾	43	53	25 ³⁾	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51

Abbildung 4: Bauweisen mit Asphaltdecke nach RStO 12/24 Tafel 1

Der Verformungsmodul E_{v2} wird mit dem statischen Plattendruckversuch nach DIN 18 134 nachgewiesen.

In der Ausschreibung sollte eine ausreichende Anzahl von Lastplattendruckversuchen zur Kontrolle der Verdichtung der Frostschutzschicht und des Planums vorgesehen werden.

10.3 Wasserhaltung

Die am Projektstandort notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden sich überwiegend auf die Einhaltung einer ordnungsgemäßen Tagwasserhaltung beschränken. Diese kann über eine offene Wasserhaltung und Pumpeneinsatz in den erforderlichen Gruben durchgeführt werden.

Außerdem sind während der Baumaßnahme je nach Jahreszeit geringe Schichtwasserzutritte (< 2 l/s) in die Baugrube möglich. Das Sickerwasser ist kontrolliert zu fassen und Pumpensümpfen zuzuleiten. Von hier ist das Wasser einer geeigneten Vorflut zuzuführen.

Bei den erforderlichen Arbeiten handelt es sich um eine Nebenleistung nach VOB, Teil C, DIN 18 299, Kapitel 4. Hierzu zählt auch die Wasserhaltung in Gräben und Gruben.

10.4 Wiederverwendbarkeit des anstehenden Baugrundmaterials

Die beim Aushub anfallenden bindigen Lehm Böden gehören der Verdichtbarkeitsklasse V3 an und sollten daher aus dem Bau Feld abgefahren oder nur für Modellierungsarbeiten auf dem Grundstück wiederverwertet werden. Eine Verwertung der bindigen Aushubmaterialien ist allenfalls nach vorheriger Vergütung mit Kalk-Zement-Mischbinder möglich.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume wird bindigkeitsarmes Kiessand- oder Vorsiebmaterial mit einem Feinkornanteil ($d \leq 0,063 \text{ mm}$) $\leq 7 \text{ Gew.-%}$ im eingebauten Zustand empfohlen.

Das Schüttgut ist in Lagen von maximal 0,3 m einzubauen und zu verdichten. Als Verdichtungswert gilt eine einfache Proctordichte von $D_{pr} \geq 98 \%$ oder ein Verformungs-/Steifemodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$. Dabei ist das Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ einzuhalten.

Die Verdichtung in Arbeitsräumen darf grundsätzlich nur mit statischen oder stampfenden Verdichtungsgeräten erfolgen.

Beim Wiedereinbau des bindigen Bodenaushubmaterials wird eine qualifizierte Bodenvergütung durch Zugabe von 3 – 4 % Mischbinder auf Kalk-Zement-Basis empfohlen. Für den Wiedereinbau des Aushubmaterials sind die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen (Kap. 9) zu beachten. Außerdem sind bei einer Bodenvergütung Eignungsprüfungen erforderlich.

11 Abschließende Hinweise

Für die Erschließung des Gewerbegebiets „Vor dem Bernetswald, 2. Teil“ in Weilburg-Waldhausen wurden u. a. Ausführungsempfehlungen zum Kanalbau und zu den Straßenbauarbeiten gegeben.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in ausführungstechnischer Hinsicht ergeben, so sind auf Basis der vorliegenden Untersuchungen ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Unter Einbeziehung von Erfahrungswerten wurden im Hinblick auf eine Variierbarkeit der erdstatischen Berechnungen Schwankungsbereiche für die maßgebenden Kennwerte angegeben. Auf Basis weiterer Erkenntnisse während der Ausführung sind die getroffenen Annahmen zu überprüfen und ggf. fortzuschreiben.

Für die baubegleitenden Kontrollen des ordnungsgemäßen Erdbaus empfehlen wir, in der Ausschreibung eine ausreichende Anzahl von Verdichtungskontrollen (in Form von Lastplattenversuchen, Raumgewichtsbestimmungen, etc.) durch den AN vorzusehen.

Abschließend wird empfohlen, die Grabensohlen von Leitungs- und Kanalgräben und das Gründungsplanum von Gebäuden fachtechnisch abnehmen zu lassen.

Limburg, den 30.06.2025

Bearbeiter: Dr.-Ing. S. Hamid
Sabrina Schmidt B. Eng. (FH)

gbm Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH · Baugrundinstitut

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'T. Petry', is written over the company name.

ppa. T. Petry M.Eng.

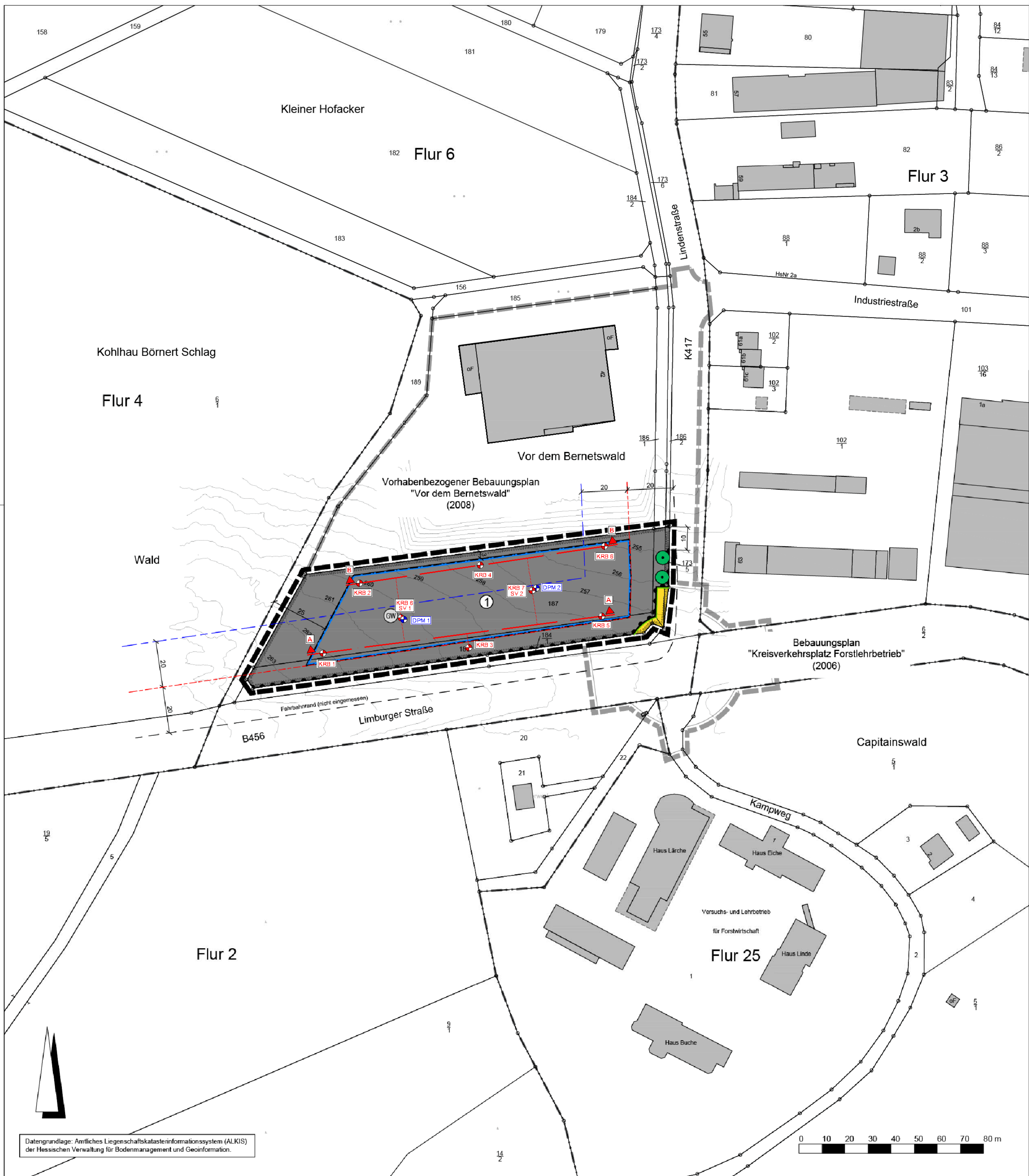


Übersichtslageplan
Ausschnitt aus
TK 5515 Blatt Weilburg

Anlage 1



Datum:	Gezeichnet: We.	Projekt:	Baugrunduntersuchung
11.06.2025	Geprüft: Ha.	e-887125	Erschließung Gewerbegebiet Bernetswald 2. Teil in Weilburg



Planursprung: Google Earth

Planursprung: Pdf Vorlage aus Vorentwurf

PLANUNGSBÜRO FISCHER

Raumplanung | Stadtplanung | Umweltplanung

Im Nordpark 1 - 35435 Wetzlar | t. +49 641 98441-22 | info@fischer-plan.de | www.fischer-plan.de

Legende:

 **KRB x** Kleinrammbohrung mit Nr.

 **SV x** Schluckversuch mit Nr. (Openendtest)

 **DPM x** Mittelschwere Rammsondierung mit Nr.

Index	Datum	Änderung	Name
 Gesellschaft für Baugelogie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Straße 7 D-65549 Limburg/Lahn Tel: (06431) 91 12-0 Fax: (06431) 91 12-10 Internet: www.gbm-baugrundinstitut.de email: limburg@gbm-baugrundinstitut.de			
Projekt:		Anlage 2	
		Maßstab: 1:1000	
		Projekt-Nr. e - 887125	
Bezeichnung:		Datum 11.06.2025	
		Gezeichnet We.	
		Geprüft Ha.	
		Blatt-Nr. 1 von 1	
		Blatt-Gr. 800 x 297	

Die dargestellten Sondierergebnisse wurden tlw. in Schnittlage projiziert!



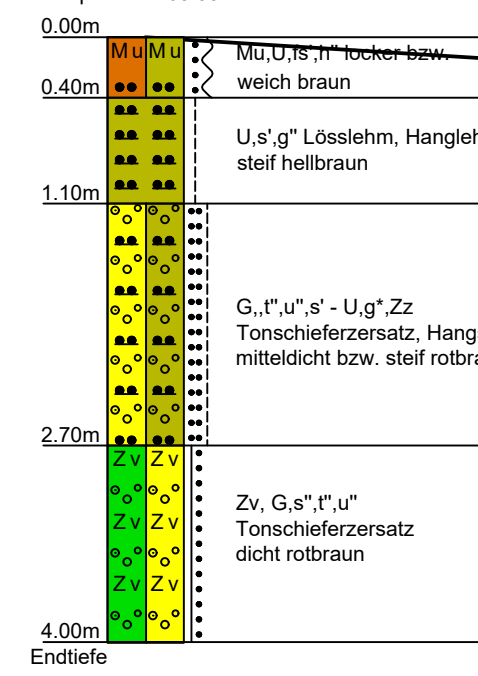
Planursprung: Google Earth

Legende:		KRB x	Kleinrammbohrung mit Nr.
		SV x	Schluckversuch mit Nr. (Openendtest)
		DPM x	Mittelschwere Rammsondierung mit Nr.

Index	Datum	Änderung	Name
 Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Robert-Bosch-Straße 7 D-65549 Limburg/Lahn Tel: (06431) 91 12-0 Fax: (06431) 91 12-10 Internet: www.gbm-baugrundinstitut.de email: limburg@gbm-baugrundinstitut.de			
Projekt:		Anlage 3.1	
		Maßstab:	1:150/50
		Projekt-Nr.	e - 887125
Bezeichnung:		Datum	11.06.2025
		Gezeichnet	We.
		Geprüft	Ha.
		Blatt-Nr.	1 von 1
		Blatt-Gr.	1166 x 297

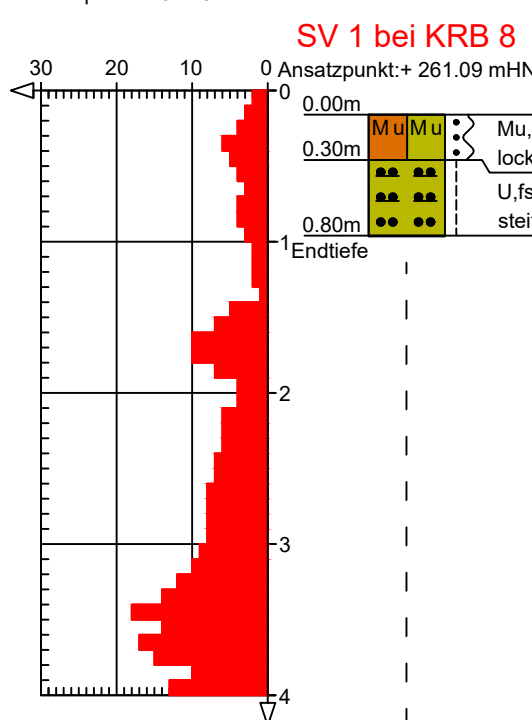
KRB 1

Ansatzpunkt: + 263.35 mHN



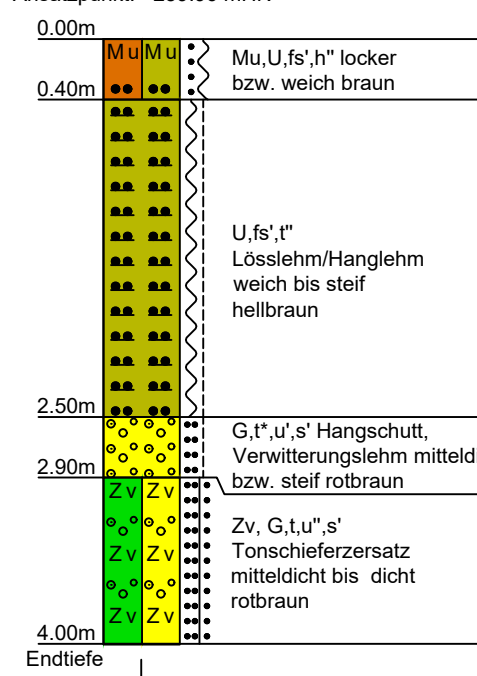
DPM 1

Ansatzpunkt: 261.25 mHN



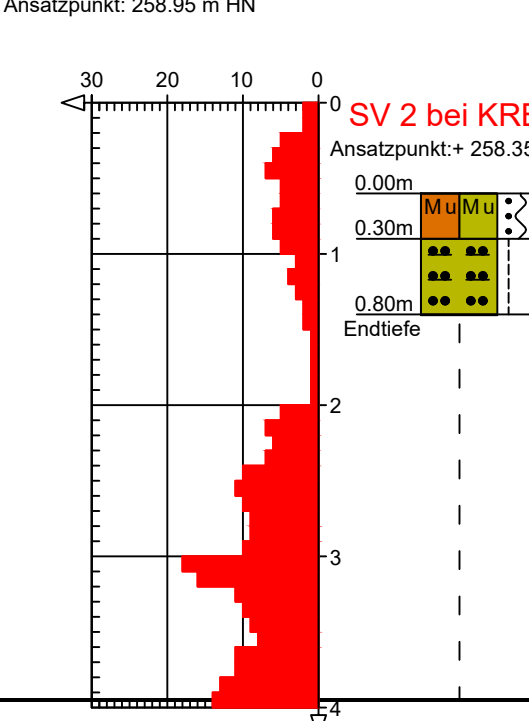
KRB 3

Ansatzpunkt: + 259.96 mHN



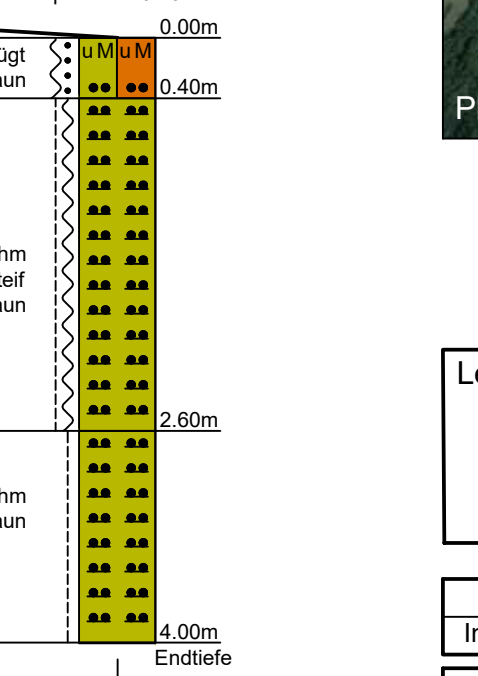
DPM 2

Ansatzpunkt: 258.95 m HN



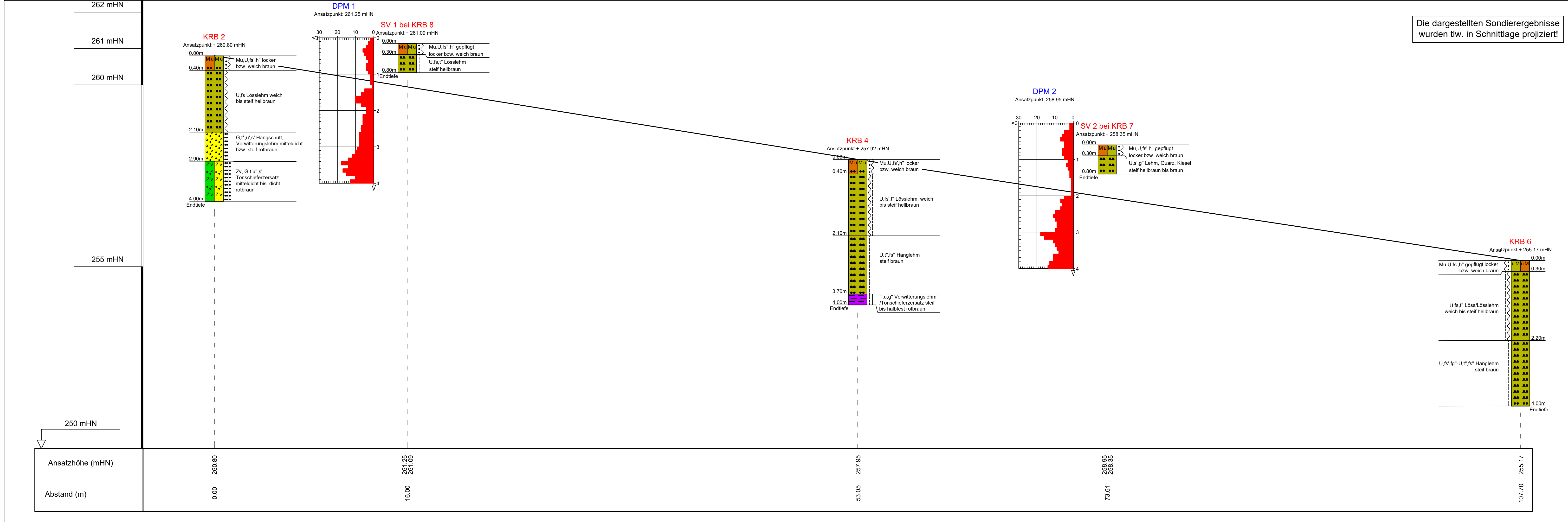
KRB 5

Ansatzpunkt: + 261.02 mHN



265 mHN	
260 mHN	
255 mHN	
Ansatzhöhe (mHN)	263.35
Abstand (m)	0.00

	263.35	261.25 261.09	259.96	258.95 258.35	261.02
	0.00	35.60	62.90	93.70	121.90

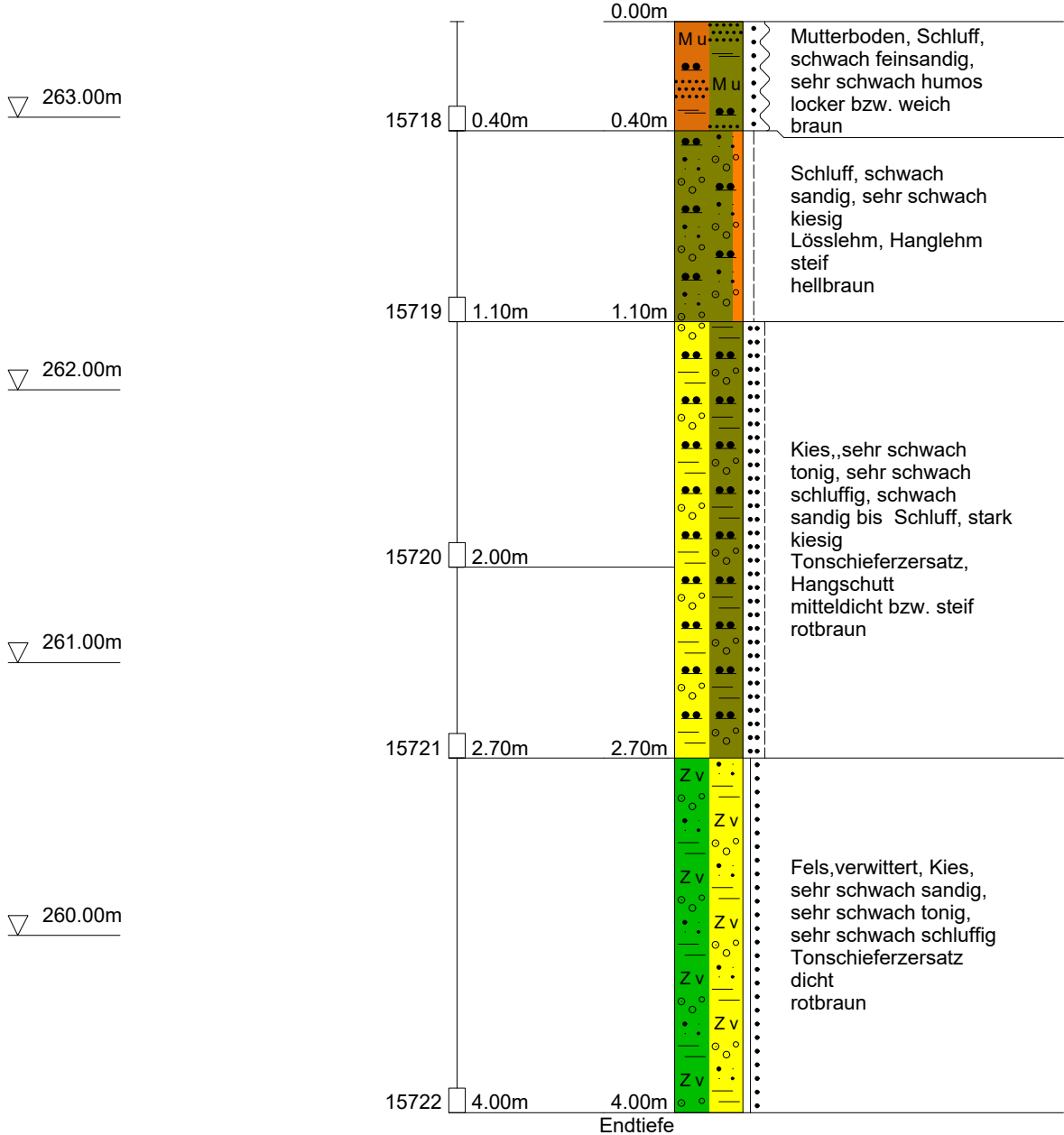




Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.1
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum:	03.06.2025

KRB 1

Ansatzpunkt: + 263.35 mHN

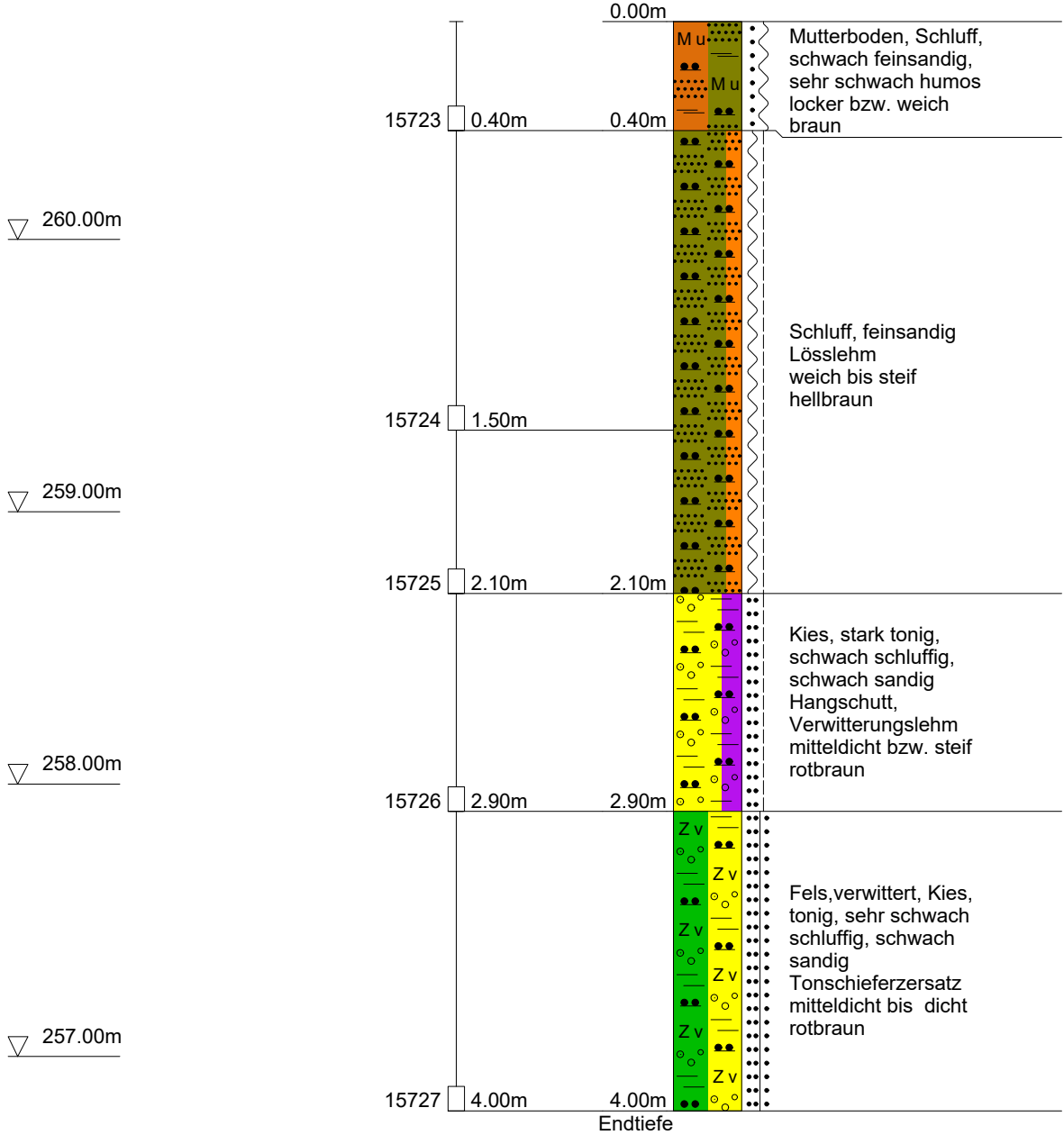




Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.2
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023	Datum:	03.06.2025

KRB 2

Ansatzpunkt: + 260.80 mHN

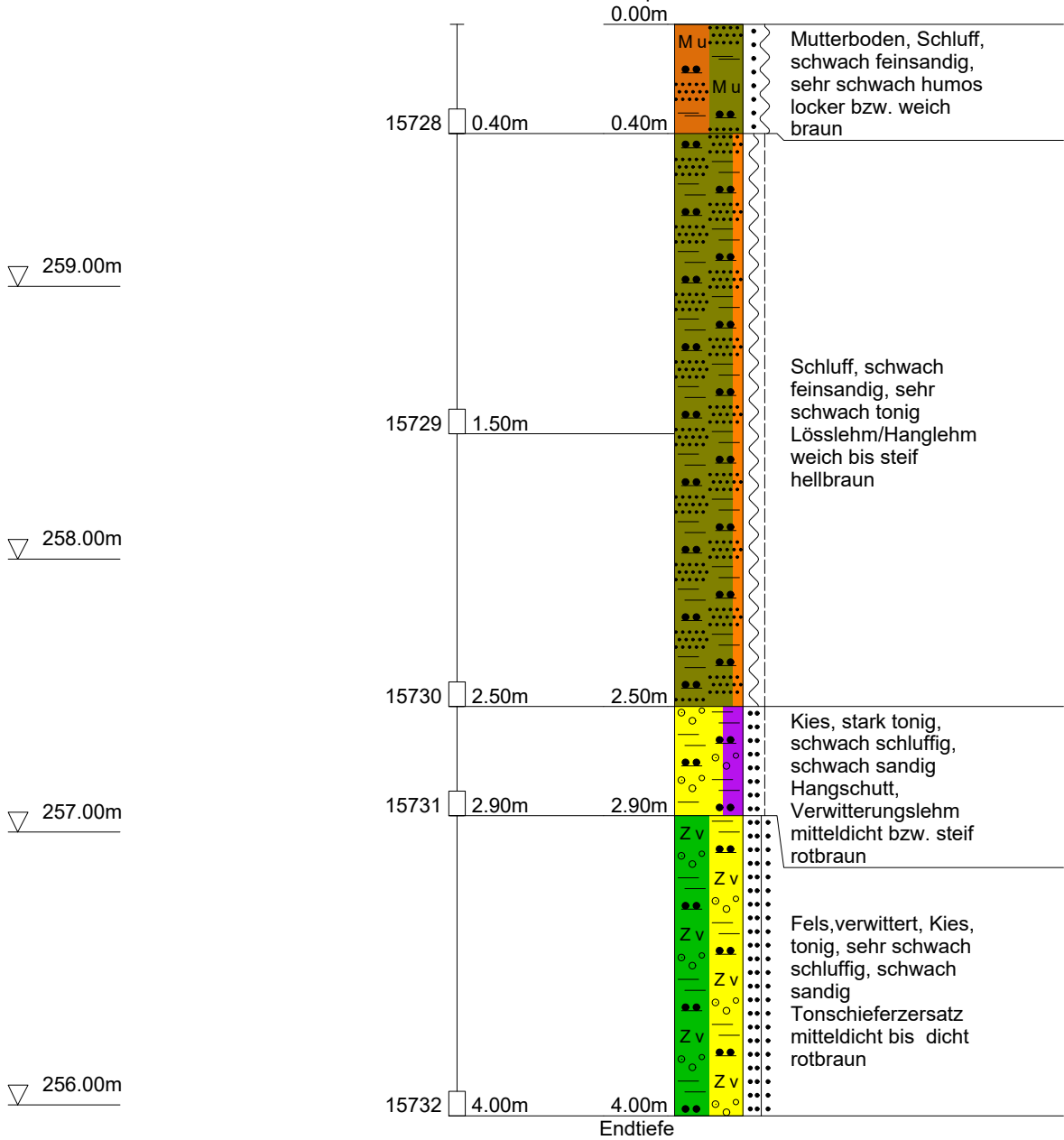




Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.3
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum: 03.06.2025

KRB 3

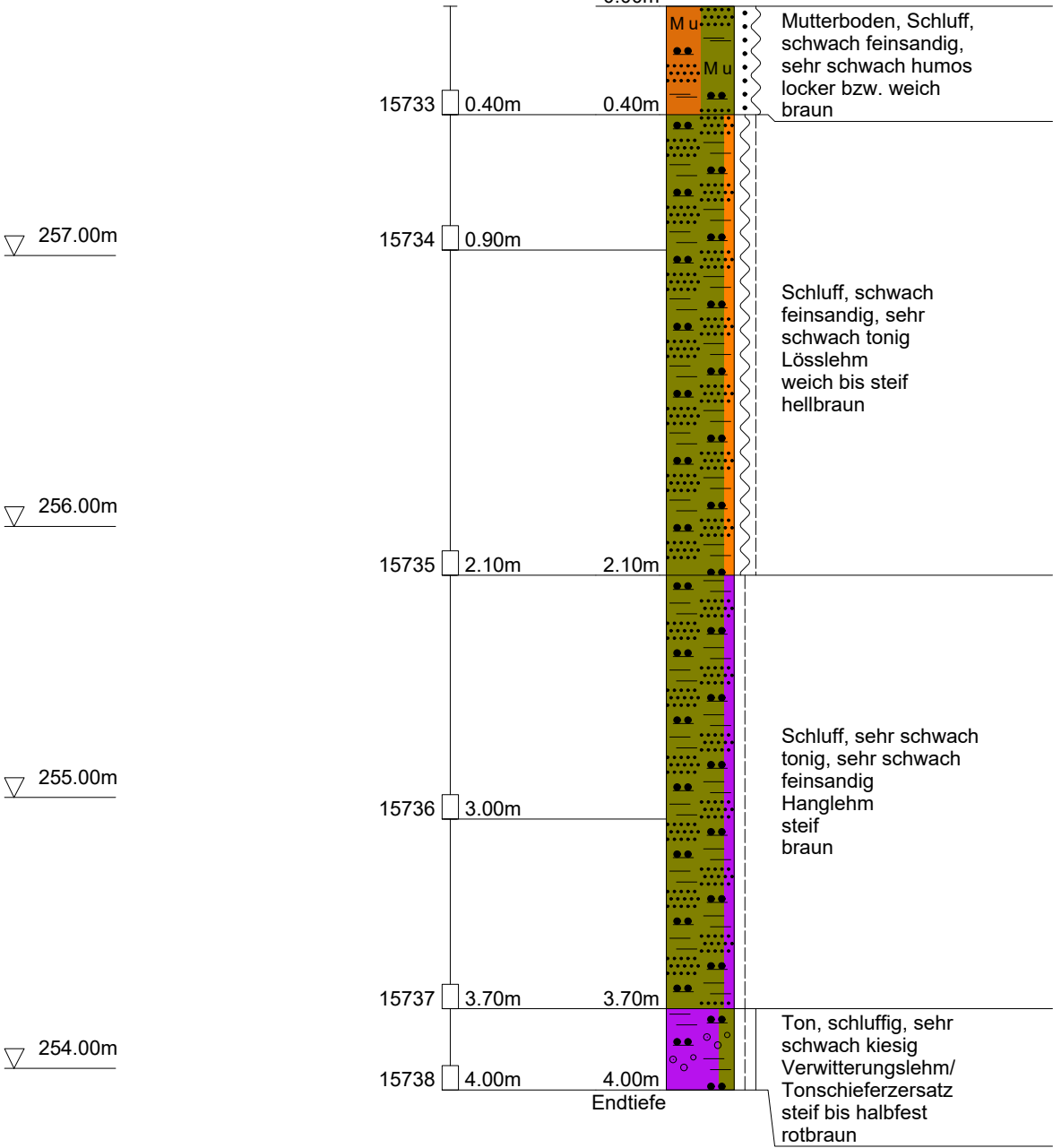
Ansatzpunkt: + 259.96 mHN



	Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
	-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
	Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.4
	D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum:	03.06.2025

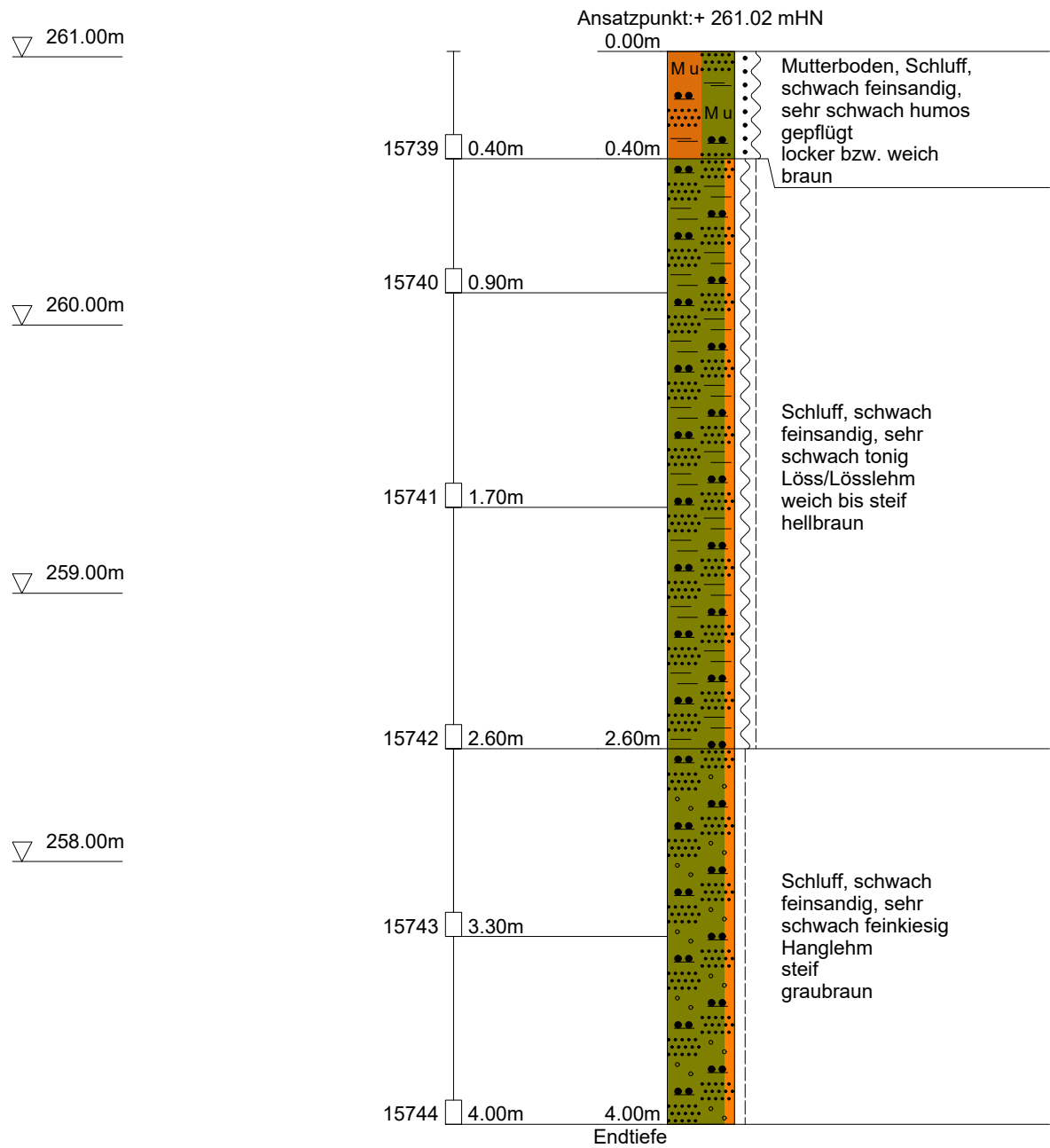
KRB 4

Ansatzpunkt: + 257.92 mHN
0.00m



	Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
	-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
	Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.5
	D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum:	03.06.2025

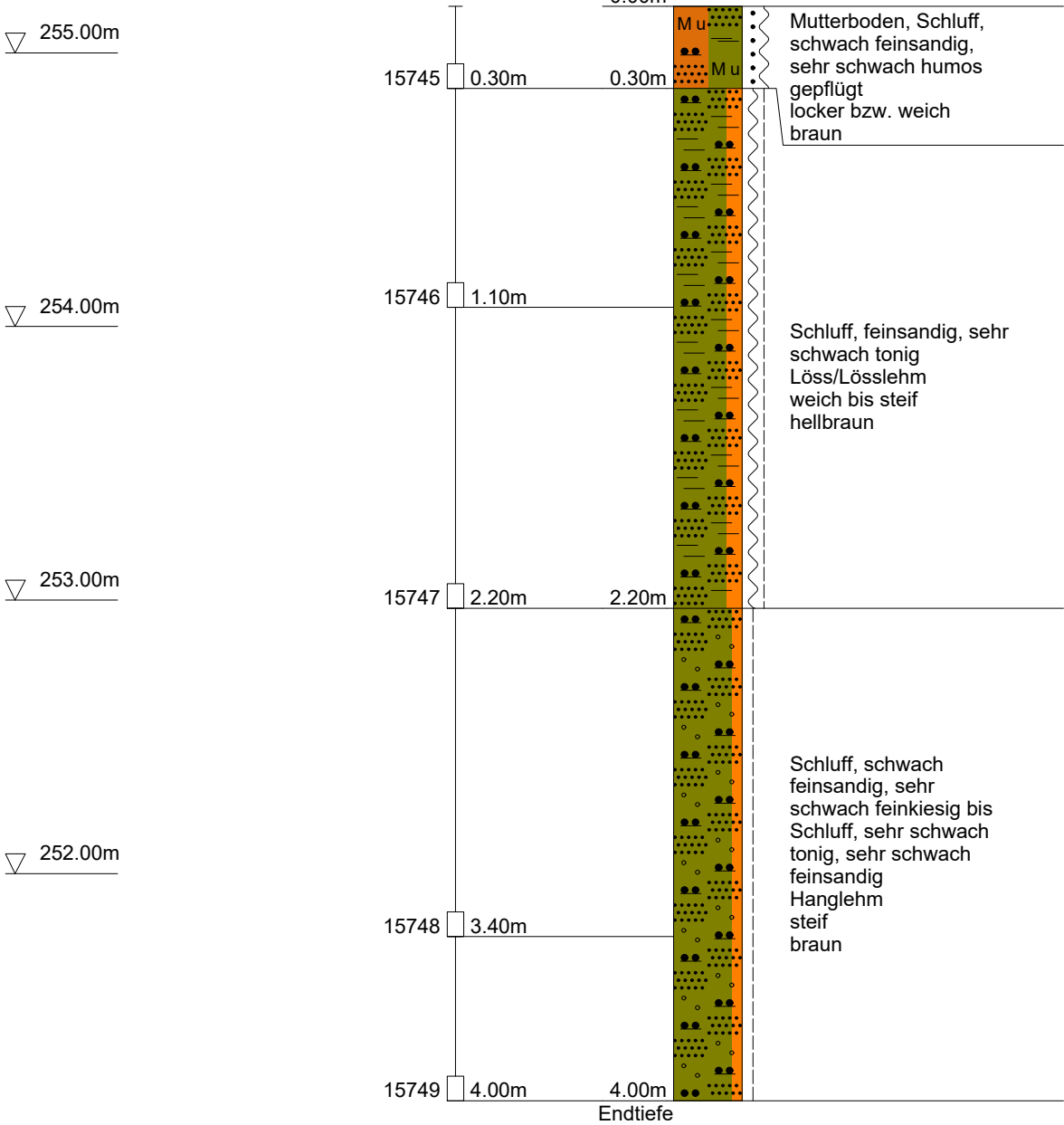
KRB 5



	Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
	-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
	Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.6
	D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum:	03.06.2025

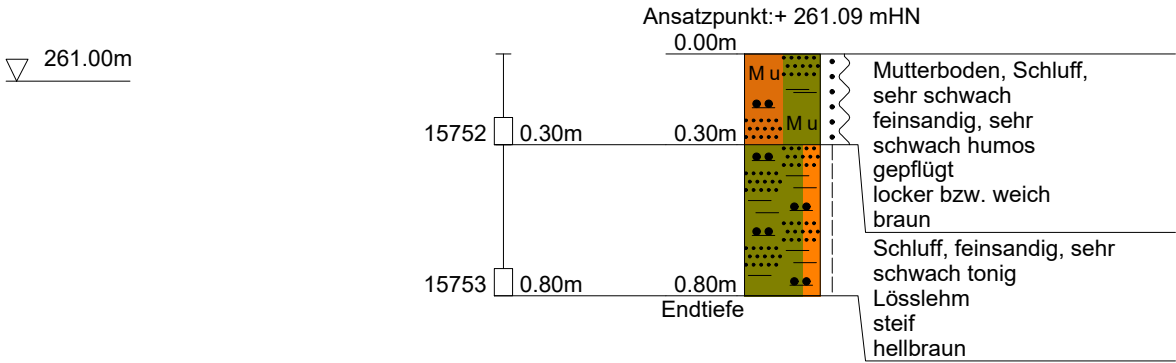
KRB 6

Ansatzpunkt: + 255.17 mHN



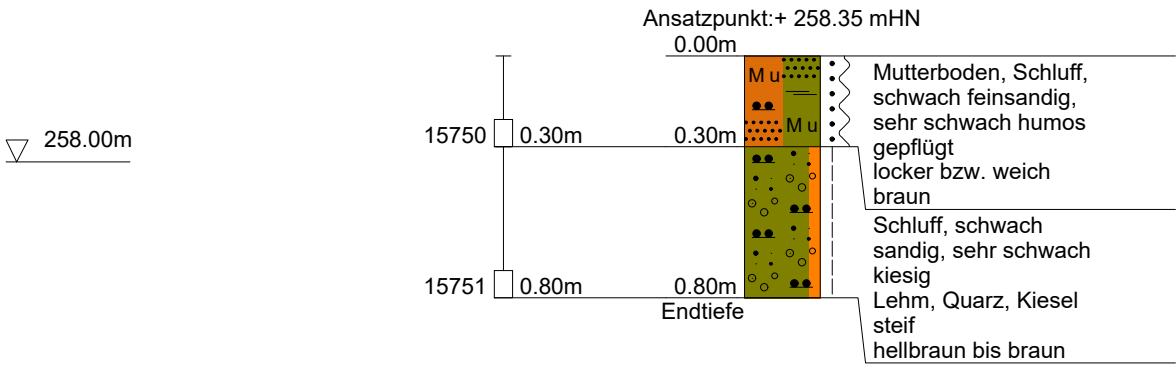
	Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
	-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
	Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.7
	D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum:	03.06.2025

SV 1 bei KRB 8



	Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt:	Gewerbegebiet Bernetswald
	-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.:	e-887125
	Robert-Bosch-Str. 7	Anlage:	4.1.8
	D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab:	1: 25
Bohrprofil nach DIN 4023		Datum:	03.06.2025

SV 2 bei KRB 7

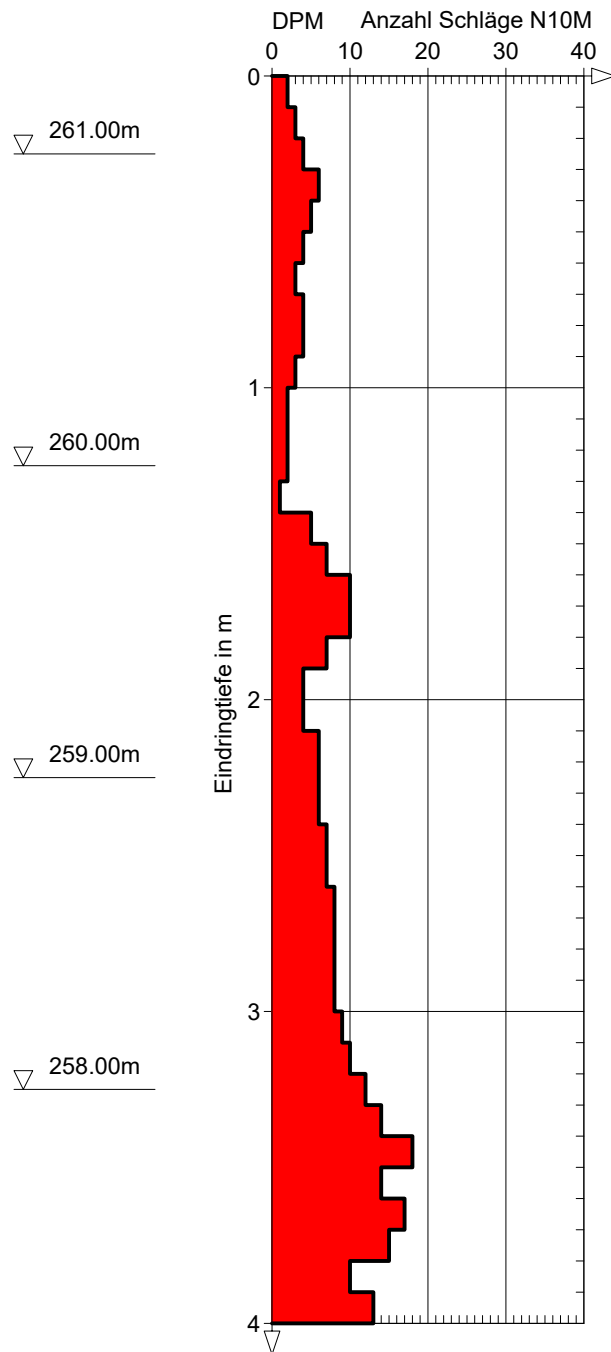




Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt: Gewerbegebiet Bernetswald
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.: e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Datum: 10.06.2025
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab: 1: 25
Rammsondierung nach DIN 4094-3	Anlage: 4.2.1

DPM 1

Ansatzpunkt: + 261.25 mHN

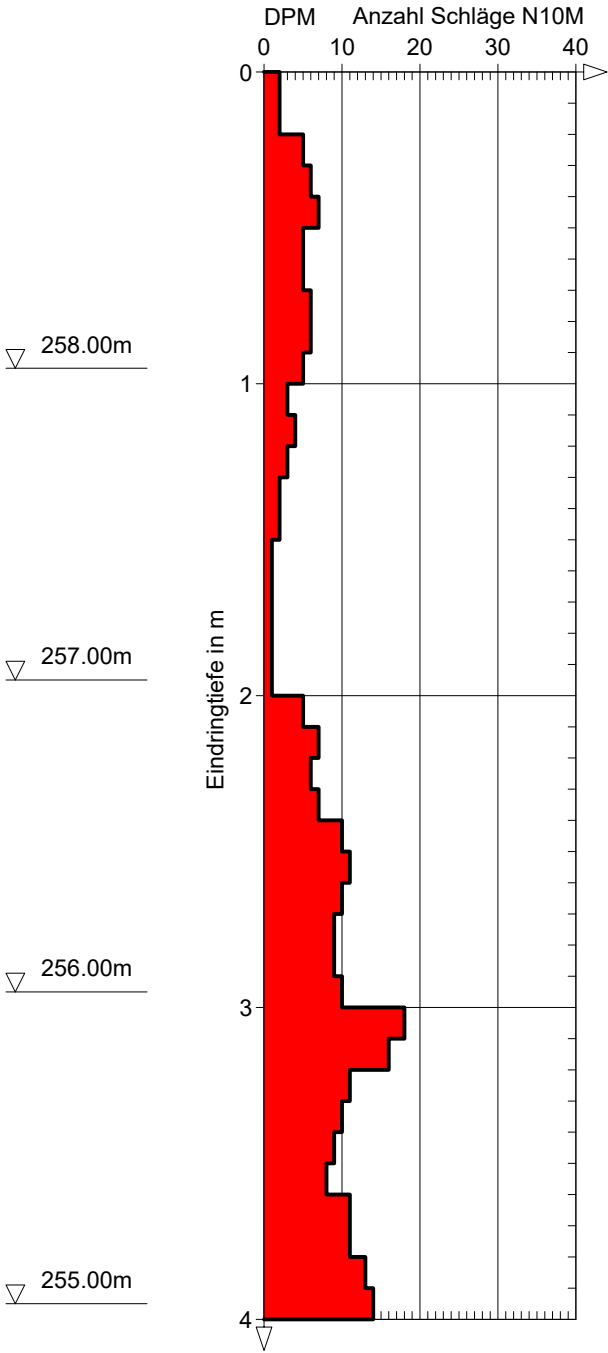




Gesellschaft für Baugeologie und	Projekt: Gewerbegebiet Bernetswald
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.: e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Datum: 10.06.2025
D-65549 Limburg/Lahn	Maßstab: 1: 25
Rammsondierung nach DIN 4094-3	Anlage: 4.2.2

DPM 2

Ansatzpunkt: + 258.95 mHN



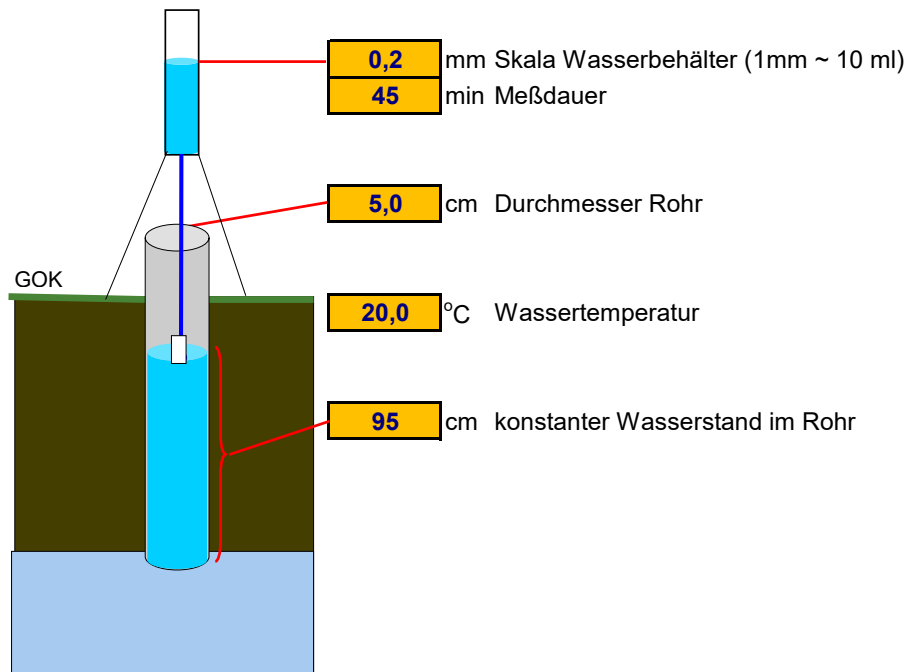
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Bohrrohrtest "open-end test"

Projekt: 887125 Gewerbegebiet Berntswald
Sondierpunkt: SV 1 bei KRB 8
Datum: 03.06.2025
Bearbeiter: Hamid

Anlage 4.3.1

Geländedaten



© Geotechnisches Büro Wilschut 2008
 www.wilschut.de
 Gerät Nr.

Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte:

Versickerungszeit	2700 s	
Versickerungsmenge	0,0000020 m ³	2 ml
Infiltrationsrate Q	0,0000000 m ³ /s	0,0000007 l/s
Radius-Bohrloch r	0,025 m	
Wasserstand h	0,95 m	
Value "V"	1,00 $\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C}}$	

Berechnung nach EARTH MANUAL

$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h}$$

Berechnete kr-Werte:

5,7	*	10 ⁻⁹	m/sec.	5,7E-9
5,7	*	10 ⁻⁷	cm/sec.	5,7E-7
0,0			cm/Stunde	
0,00			m/Tag	

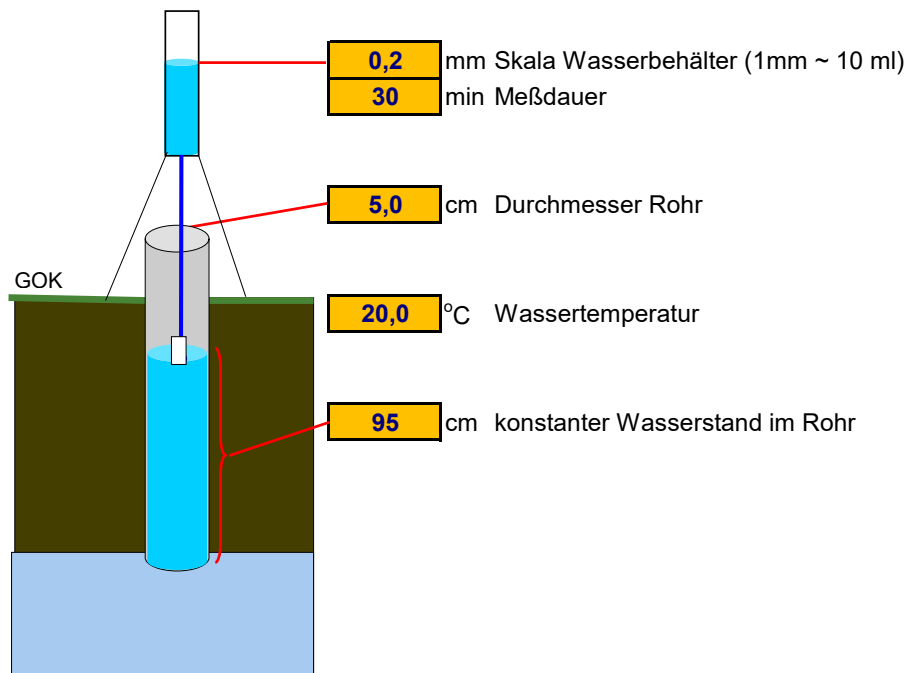
Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Bohrrohrtest "open-end test"

Projekt: 887125 Gewerbegebiet Berntswald
Sondierpunkt: SV 2 bei KRB 7
Datum: 03.06.2025
Bearbeiter: Hamid

Anlage 4.3.2

Geländedaten



© Geotechnisches Büro Wilschut 2008
 www.wilschut.de
 Gerät Nr.

Kalkulation

Randbedingungen - Zwischenwerte:

Versickerungszeit	1800 s	
Versickerungsmenge	0,0000020 m ³	2 ml
Infiltrationsrate Q	0,0000000 m ³ /s	0,0000011 l/s
Radius-Bohrloch r	0,025 m	
Wasserstand h	0,95 m	
Value "V"	1,00	Wasserviskosität im Bohrloch Wasserviskosität bei 20°C

Berechnung nach EARTH MANUAL

$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h}$$

Berechnete kr-Werte:

8,5	*	10 ⁻⁹	m/sec.	8,5E-9
8,5	*	10 ⁻⁷	cm/sec.	8,5E-7
0,0			cm/Stunde	
0,00			m/Tag	

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.1		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15719		
		Entnahmestelle 0,40 - 1,10 m		
		Entnahmetiefe : KRB 1		
Schale Nr. 109	Schale u. Probe feucht [g]	= 349.49 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 310.36 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 310.36 g	Gewicht Schale [g]	= 57.16 g
	Wassergehalt [g]	= 39.13 g	Probe trocken G [g]	= 253.20 g
			Wassergehalt [%]	= 15.5 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 15.5 %

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.2		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15720		
		Entnahmestelle KRB 1		
		Entnahmetiefe : 1,10 - 2,00 m		
Schale Nr. 1	Schale u. Probe feucht [g]	= 671.55 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 597.15 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 597.15 g	Gewicht Schale [g]	= 194.34 g
	Wassergehalt [g]	= 74.40 g	Probe trocken G [g]	= 402.81 g
			Wassergehalt [%]	= 18.5 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 18.5 %

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.3		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15725		
		Entnahmestelle KRB 2		
		Entnahmetiefe : 1,00 - 2,10 m		
Schale Nr. 32	Schale u. Probe feucht [g]	= 144.71 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 125.56 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 125.56 g	Gewicht Schale [g]	= 40.73 g
	Wassergehalt [g]	= 19.15 g	Probe trocken G [g]	= 84.83 g
			Wassergehalt [%]	= 22.6 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 22.6 %

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.4		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15729		
		Entnahmestelle KRB 3		
		Entnahmetiefe : 0,40 - 1,50 m		
Schale Nr. 101	Schale u. Probe feucht [g]	= 187.21 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 167.25 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 167.25 g	Gewicht Schale [g]	= 37.59 g
	Wassergehalt [g]	= 19.96 g	Probe trocken G [g]	= 129.66 g
			Wassergehalt [%]	= 15.4 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 15.4 %

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.5		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15735		
		Entnahmestelle KRB 4		
		Entnahmetiefe : 0,90 - 2,10 m		
Schale Nr. 189	Schale u. Probe feucht [g]	= 200.64 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 169.20 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 169.20 g	Gewicht Schale [g]	= 37.43 g
	Wassergehalt [g]	= 31.44 g	Probe trocken G [g]	= 131.77 g
			Wassergehalt [%]	= 23.9 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 23.9 %

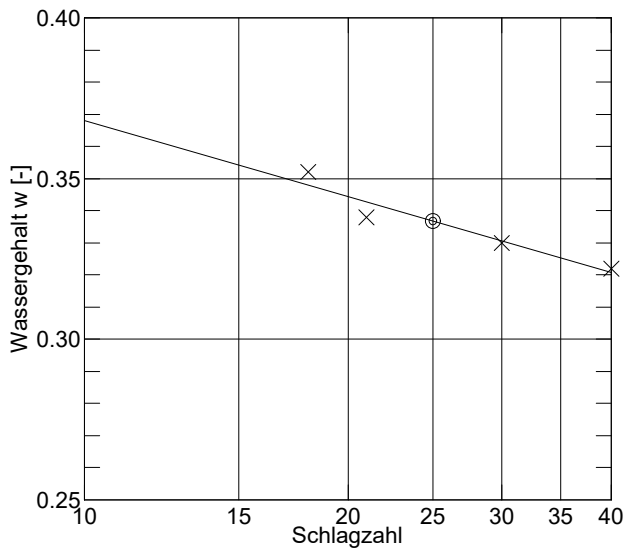
	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.6		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15741		
		Entnahmestelle KRB 5		
		Entnahmetiefe : 0,90 - 1,70 m		
Schale Nr. 129	Schale u. Probe feucht [g]	= 137.71 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 117.08 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 117.08 g	Gewicht Schale [g]	= 36.93 g
	Wassergehalt [g]	= 20.63 g	Probe trocken G [g]	= 80.15 g
			Wassergehalt [%]	= 25.7 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 25.7 %

	Gesellschaft für Baugeologie	Projekt : Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg		
	und -meßtechnik mbH > gbm <	Projektnr.: e-887125		
	Robert-Bosch-Straße 7	Anlage : 5.1.7		
	D-65549 Limburg/Lahn	Datum : 03.06.2025		
Wassergehalt DIN 18 121		Labornummer : 15742		
		Entnahmestelle KRB 5		
		Entnahmetiefe : 1,70 - 2,60 m		
Schale Nr. 209	Schale u. Probe feucht [g]	= 186.66 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 156.25 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 156.25 g	Gewicht Schale [g]	= 39.52 g
	Wassergehalt [g]	= 30.41 g	Probe trocken G [g]	= 116.73 g
			Wassergehalt [%]	= 26.1 %
Schale Nr.	Schale u. Probe feucht [g]	= g	Schale u. Probe trocken [g]	= g
	Schale u. Probe trocken [g]	= g	Gewicht Schale [g]	= g
	Wassergehalt [g]	= g	Probe trocken G [g]	= g
			Wassergehalt [%]	= %
			Mittel	= 26.1 %

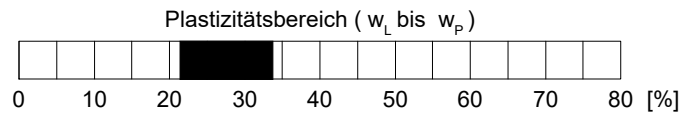


Gesellschaft für Baugelologie und	Projekt: Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut	Projekt-Nr.: e-887125
Robert-Bosch-Str. 7	Anlage: 5.2.2
D-65549 Limburg/Lahn	Datum: 03.06.2025
Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12	Labornummer: 15735
	Entnahmestelle: KRB 4
	Entnahmetiefe: 0,90 - 2,10 m

Behälter-Nr.		Fließgrenze					Ausrollgrenze				
		1	18	86	76		24	19	7		
Zahl der Schläge		18	21	30	40						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	36.12	31.02	33.48	32.63		24.77	25.30	24.12		
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	31.06	27.60	29.58	29.27		23.37	23.99	22.92		
Behälter	m_B [g]	16.67	17.49	17.77	18.84		16.96	17.50	17.49		
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	5.06	3.42	3.90	3.36		1.40	1.31	1.20		
Trockene Probe	m_t [g]	14.39	10.11	11.81	10.43		6.41	6.49	5.43	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.352	0.338	0.330	0.322		0.218	0.202	0.221	0.214	



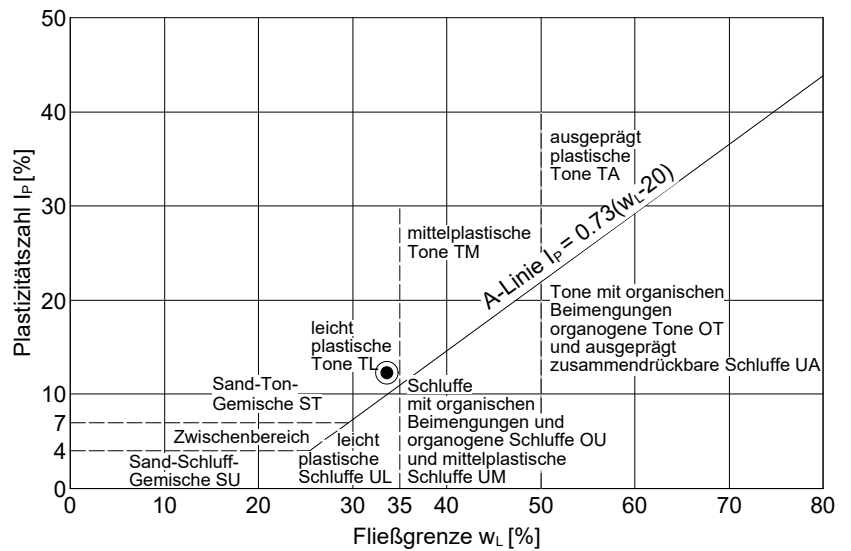
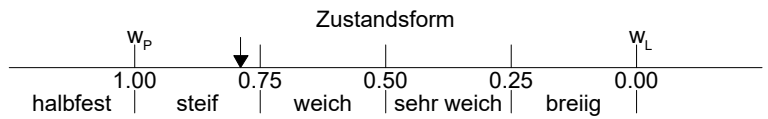
Wassergehalt $w_N = 0.240$
Fließgrenze $w_L = 0.337$
Ausrollgrenze $w_P = 0.214$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 0.123$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.211$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.789$



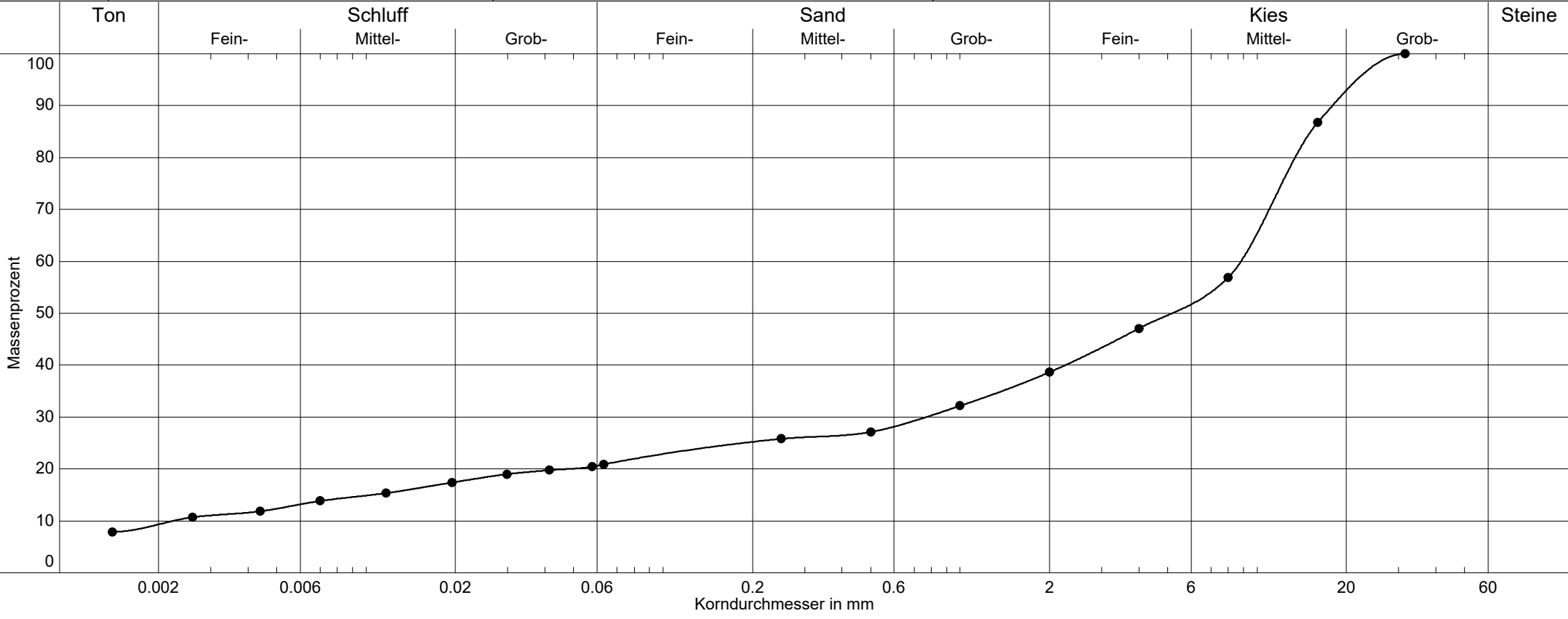


Gesellschaft für Baugelogie und
-meßtechnik mbH - Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Str. 7
D-65549 Limburg/Lahn

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt: Gewerbegebiet Bernetswald Weilburg
Projekt-Nr.: e-887125
Datum: 03.06.2025
Anlage: 5.3



Labornummer	—●— 15720			
Entnahmestelle	KRB 1			
Entnahmetiefe	1,10 - 2,00 m			
Kornfrakt. T/U/S/G	9.3/11.6/17.8/61.4 %			
Anteil < 0.063 mm	20.9 %			
Ungleichförm. Cu	3943.4			
Krümmungszahl Cc	30.0			
Bodenart	mG,fg',u',gs',t',gg'			
Bodengruppe	GU			
Frostempfindl.klasse	F3			

Homogenbereiche nach ATV DIN 18 300:2019 Erdarbeiten

Homogenbereiche für Bodenschichten nach ATV DIN 18 300		E 1		E 2	
Parameter	Norm / Richtlinie				
Bodenschicht(en)	–	Schicht 2 Lehm, Schluff, Ton		Schicht 3 + 4: Hangschutt/ Felsersatz	
ortsübliche Bezeichnung	–	Lehm		lehmiger Kies	
Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4	Ton (%):	10 – 20	Ton (%):	10 – 15
		Schluff (%):	30 – 70	Schluff (%):	15 – 35
		Sand (%):	20 – 50	Sand (%):	15 – 50
		Kies (%):	0 – 20	Kies (%):	30 – 65
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke [%]	DIN EN ISO 14688-1	< 5		< 5	
Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	DIN EN ISO 17892-2 o. DIN 18125-2	1,8 – 2,2		1,8 – 2,3	
undränierete Scherfestigkeit c_u bzw. c_{fu} [kN/m ²]	DIN 4094-4, DIN EN ISO 17892-7 o. DIN EN ISO 17892-8	20 – 150		0 – 20	
Wassergehalt w [%]	DIN EN ISO 17892-1	15 – 30		5 – 20	
Plastizitätszahl I_p	DIN EN ISO 17892-12	0,10 – 0,20		–	
Konsistenzzahl I_c		0,50 – 1,00 weich bis steif		–	
bezogene Lagerungs- dichte I_D [%]	DIN EN ISO 14688-2 u. DIN 18126	n.e.		mitteldicht bis dicht	
organischer Anteil [%]	DIN 18128	< 5		< 5	
Bodengruppe(n)	DIN 18196	TL/TM/UL		GU/GU*/SU*	

n.e.: nicht erforderlich

n.u.: nicht untersucht



Homogenbereiche nach ATV DIN 18 300:2019 Erdarbeiten

Die vorstehend genannten Werte wurden auf Grundlage von punktförmigen Aufschlüssen, gemäß durchgeführter Laborversuche und aufgrund von Erfahrungswerten nach DIN 18 300 (VOB) Abschnitt 2.3 angegeben. Eine Präzisierung der Werte kann im Bedarfsfall durch ergänzende Versuche erfolgen.

In Abhängigkeit des gewählten Bauverfahrens kann es erforderlich sein, die Homogenbereiche neu zu definieren. Die Einteilung der Homogenbereiche muss daher mit fortschreitender Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen und -phasen, überprüft und ggf. fortgeschrieben werden.

Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN98

Laborprobe gbm15807

Anlage 7.1

Seite 1 von 2

gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH • Baugrundinstitut
Robert-Bosch-Str. 7 • D-65549 Limburg/Lahn
Tel.: 06431 9112-0 • Fax: 06431 9112-10 • E-Mail: Limburg@gbm-Baugrundinstitut.de



A. Allgemeine Angaben

1	Veranlasser / Auftraggeber: Stadt Weilburg	Betreiber / Betrieb:
2	Landkreis / Ort / Straße: Mauerstraße 6/8 35781 Weilburg	Objekt / Lage: BV "Erschließung Gewerbegebiet Bernetswald 2. Teil in Weilburg"
3	Grund der Probenahme:	Orientierende umwelttechnische Untersuchung
4	Probenahmetag / Uhrzeit:	03.06.2025
5	Probenehmer / Dienststelle / Firma:	M. Eng. Geol. S. Haidary / gbm Limburg
6	Anwesende Personen:	Mitarbeiter Fa. Wellenreuther
7	Herkunft des Abfalls:	Bodenmischprobe MP aus KRB 1 0,40 – 1,10 m KRB 2 0,40 – 2,10 m KRB 3 0,40 – 2,50 m KRB 4 0,40 – 2,10 m KRB 5 0,40 – 2,60 m KRB 6 0,30 – 4,00 m KRB 7 0,30 – 0,80 m KRB 8 0,30 – 0,80 m
8	Vermutete Schadstoffe / Gefährdungen:	--
9	Untersuchungsstelle:	AGROLAB Labor GmbH Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg

B. Vor-Ort-Gegebenheiten

10	Abfallart / Allgemeine Beschreibung:	(Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, Lösslehm, Hanglehm, hellbraun) + (Schluff, feinsandig, Lösslehm, hellbraun) + (Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, Lösslehm/Hanglehm, hellbraun) + (Schluff, schwach sandig, sehr schwach kiesig, Lehm, Quarz, Kiesel, hellbraun bis braun)
11	Gesamtvolumen / Form der Lagerung:	unbekannt / eingebauter Zustand
12	Lagerungsdauer:	---
13	Einflüsse auf das Abfallmaterial (z.B. Witterung, Niederschläge):	Witterung
14	Probenahmegerät und -material:	Bohrhammer
15	Probenahmeverfahren:	Kleinrammbohrung

Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN98

Laborprobe gbm15807

Seite 2 von 2

- 16 Anzahl der Einzelproben: 36 Laborprobe: 1
Sonderproben (Beschreibung): ---
- 17 Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 9
- 18 Probenvorbereitungsschritte: Probenhomogenisierung, Probenteilung
- 19 Probentransport und -lagerung: trocken, kühl, dunkel
Kühlung (evtl. Kühltemperatur): ---
- 20 Vor-Ort-Untersuchung: Organoleptische Untersuchung
- 21 Beobachtungen bei der Probenahme /
Bemerkungen: ---
- 22 Topograf. Karte als Anhang? ja ☐ nein ☒ Hochwert: --- Rechtswert: ---
- 23 Lageskizze (Lage der Haufwerke, etc. und Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude, usw.):



24 Ort: Limburg

Unterschrift(en):

Probennehmer

Datum: 03.06.2025

Anwesende / Zeugen



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

GBM GESELLSCHAFT FÜR BAUGEOLIE UND -
MESSTECHNIK MBH
ROBERT-BOSCH-STR. 7
65549 LIMBURG/LAHN

Datum 20.06.2025

Kundennr. 120004438

PRÜFBERICHT

Auftrag 3710629 e-887125
 Analysennr. 212255 Bodenmaterial/Baggergut
 Probeneingang 13.06.2025
 Probenahme 03.06.2025
 Probenehmer keine Angabe des Kunden
 Kunden-Probenbezeichnung gbm15807

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Fraktion < 2mm					DIN 19747 : 2009-07
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	94	0,1		DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	5,3	0,01		DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	84,5	0,1		DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	15,5			Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,27	0,1		DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	<0,30	0,3		DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321:2021
Arsen (As)	mg/kg	7,9	0,8		DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	15	2		DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,13	0,13		DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	43	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	17	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	43	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	0,1		DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	50	6		DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	50		DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05

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

Datum 20.06.2025
Kundennr. 120004438

PRÜFBERICHT

Auftrag 3710629 e-887125
Analysennr. 212255 Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung gbm15807

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<1,0 ^{#5)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,0 ^{x)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (52)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (101)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (118)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (138)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (153)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (180)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<0,010 ^{#5)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 ^{x)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	° 100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	° <0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		°		DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	21,3	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,1	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	305	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l	30	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	<2,5	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	1,1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	48	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	3,4	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (28)	µg/l	0,0018	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	0,0027	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (101)	µg/l	0,0023	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	0,0014	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	0,0014	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	0,0018	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	<0,0010 (+)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,012 ^{#5)}	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,011 ^{x)}	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	0,021	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

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



Datum 20.06.2025

Kundennr. 120004438

PRÜFBERICHT

Auftrag

3710629 e-887125

Analysennr.

212255 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

gbm15807

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Acenaphthylen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	<0,050 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,050 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

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

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<...(+) " in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

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

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Seite 3 von 4

Datum 20.06.2025
Kundennr. 120004438

PRÜFBERICHT

Auftrag **3710629 e-887125**
Analysennr. **212255 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **gbm15807**

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.
Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 13.06.2025
Ende der Prüfungen: 18.06.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Sebastian Waldinger, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

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



e-887125: Chemisch-analytische Untersuchungen für Bodenmaterial und Baggergut - Bewertung nach Ersatzbaustoffverordnung
Boden, BM und BG 0 - F3
Beprobung vom 03.06.2025

Parameter	Mineralische Fremdbestandteile Vol.-%	TOC [M.-%] Brutto	pH-Wert ⁴⁾ [$\pm$] Eluat	el. Leitf. ⁴⁾ [μ S/cm] Eluat	MKW		PAK		Na und Mna		EOX ¹¹⁾ [mg/kg] Brutto	PCB ₇ ¹³⁾		Sulfat [mg/l] Eluat
					C ₁₀ - C ₂₈ [mg/kg] Brutto	C ₁₀ - C ₂₈ [mg/kg] Eluat	PAK ₁₆ [mg/kg] Brutto	PAK ₁₆ [mg/kg] Eluat	B(a)p [mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat		[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	
wertbezogene Anforderungen an das Auf- oder Einbringen nach BBodSchV §7 Abs. 3, §8 Abs. 2 und Abs. 3 (1)	BM / BG - 0 (Sand)	< 10	1 ⁷⁾	-	-	-	3	-	0,3	-	1	0,05	-	250 ⁹⁾
	BM / BG - 0 (Lehm)	< 10	1 ⁷⁾	-	-	-	3	-	0,3	-	1	0,05	-	250 ⁹⁾
	BM / BG - 0 (Ton)	< 10	1 ⁷⁾	-	-	-	3	-	0,3	-	1	0,05	-	250 ⁹⁾
	BM / BG - 0 ³⁾	< 10	1 ⁷⁾	-	350	300	6	0,2	-	2	1	0,1	0,01	250 ⁹⁾
Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach EBV Anlage 1, Tabelle 3	BM / BG - F0 ¹⁾	< 50	5	6,5 - 9,5	350	300	6	0,3	-	-	3	0,15	0,02	250 ⁹⁾
	BM / BG - F1	< 50	5	6,5 - 9,5	500	300	6	1,5	-	-	3	0,15	0,02	450
	BM / BG - F2	< 50	5	6,5 - 9,5	500	300	9	3,8	-	-	3	0,15	0,02	450
	BM / BG - F3	< 50	5	5,5 - 12,0	2.000	1.000	30	20	-	-	10	0,5	0,04	1.000
gbm 15807 - Bodenmischprobe MP	BM / BG - 0	< 10	0,27	8,1	305	< 50	< 1	< 0,05	< 0,010	< 0,05	< 0,30	< 0,010	< 0,0030	30

Parameter	Schwermetalle											
	Arsen		Blei		Cadmium		Chrom ges.		Kupfer		Nickel	
	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto	[μ g/l] Eluat	[mg/kg] Brutto
	Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto		Brutto	
wertbezogene Anforderungen an das Auf- oder Einbringen nach BBodSchV §7 Abs. 3, §8 Abs. 2 und Abs. 3 (1)	-	10	-	40	-	0,4	-	30	-	20	-	15
	-	20	-	70	-	1	-	60	-	40	-	50
	-	20	-	100	-	1,5	-	100	-	60	-	70
	8 (13)	20	23 (43)	140	2 (4)	1 ⁸⁾	10 (19)	120	20 (41)	80	20 (31)	100
Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach EBV Anlage 1, Tabelle 3	12	40	35	140	3	2	15	120	30	80	30	100
	20	40	90	140	3	2	150	120	110	80	30	100
	85	40	250	140	10	2	290	120	170	80	150	100
	100	150	470	700	15	10	530	600	320	320	280	350
gbm 15807 - Bodenmischprobe MP	< 2,5	7,9	< 1	15	< 0,25	< 0,13	1,1	43	< 5	17	< 5	43

n.b. nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > Bestimmungsgrenze verwendet werden

3) Die Eluatwerte für BM / BG 0¹⁾ sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert für BM / BG 0 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt $\geq 0,5$ %.

4) Stoffspezifischer Orientierungswert bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

5) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungsseignung im Einzelfall zu entscheiden.

6) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.

7) Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

11) Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

12) Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0¹⁾ / BG-F0¹⁾, BM-F1¹⁾ / BG-F1¹⁾, BM-F2¹⁾ / BG-F2¹⁾, BM-F3¹⁾ / BG-F3¹⁾ der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-F0¹⁾ / BG-F0¹⁾ ist einzuhalten.

13) PCB₇, PCB₈ und PCB₁₁₈

EOX und PCB *kursive* Materialwerte F0-F3 aus Tabelle 4