Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

ICP – Am Tränkwald 27 – 67688 Rodenbach

Verbandsgemeindeverwaltung Enkenbach-Alsenborn
Ortsgemeinde Mehlingen
Hauptstraße 121

67691 Hochspeyer

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.:	B23094
Projekt:	OG Mehlingen
	B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"
	Flur Nr. 1671 und 1672
Betreff:	Ergänzende Baugrunduntersuchung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter:	Yvonne Hinz (Dipl. Geologin) /ns
Datum:	14.09.2023
Verteiler:	vorab per E-Mail an: florian.hofmann@enkenbach-alsenborn.de
	simone.laubscher@enkenbach-alsenborn.de

Inhaltsverzeichnis

1 Vorgang und Leistungsumfang 4
2 Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen 8
3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung 12
3.1 Bestimmung des Glühverlusts 13
3.2 Radon-Konzentration 13
3.2.1 Standortbeschreibung und durchgeführte Untersuchungen 13
3.2.2 Ergebnisse und Bewertung 15
4 Gebäudegründung 17
4.1 Allgemeines zur Gründung von Gebäuden 17
5 Erdbautechnische Hinweise 21
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung, Verbau 21
5.2 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden 23
5.3 Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung 24
5.4 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken 25
5.5 Grabenverfüllung 26
5.6 Rohr- und Schachtgründung 28
5.7 Anordnung von Sperrriegeln 29
6 Empfehlung zum Kanalgrabenverbau 30
7 Hinweise zur Bauwerksabdichtung 31
8 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung 32
9 Versickerungseignung der anstehenden Böden 33
9.1 Allgemeines 33
9.2 Ermittlung des k_f–Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17992-4 34
9.3 Ermittlung des k_f–Wertes im Feld 35
9.4 Interpretation der Ergebnisse 35
10 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen 36
10.1 Erdplanum 36
11 Qualitätssicherung 39
12 Schlussbemerkung 40

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023,
   Schlagzahldiagramme der Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17992-4
4. Versuchsprotokoll Auffüllversuch (Open-End-Test)
5. Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128-GL
6. Analytik, Analysebericht Nr. 3428455 vom 10.07.2023 von AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg (Boden)
7. Analytik Radon, Prüfbericht vom 12.09.2023 von Sachverständigenbüro ALTRAC Radon-Messtechnik FB Prüflabor, Dittersdorfer Straße 5, 09661Striegistal
8. Lageplan (schematisch)

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach wurde von der Verbandsgemeindeverwaltung Enkenbach-Alsenborn, Ortsgemeinde Mehlingen, Hauptstraße 121, 67691 Hochspeyer mit der ergänzenden Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts für das obige Bauvorhaben beauftragt.

Für die Ausarbeitung des Berichts standen folgende Unterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

[1] Bebauungsplan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand Änderung III", von der Architektur Stadtplanung Werkplan GmbH, Eisenbahnstraße 68, 67655 Kaiserslautern, Maßstab 1:1000, vom Februar 2023.

[2] Bebauungsplan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand Änderung III - Begründung", von der Architektur Stadtplanung Werkplan GmbH, Eisenbahnstraße 68, 67655 Kaiserslautern, Maßstab 1:1000, vom Februar 2023.

[3] Bebauungsplan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand Änderung III - Textliche Festsetzungen", von der Architektur Stadtplanung Werkplan GmbH, Eisenbahnstraße 68, 67655 Kaiserslautern, Maßstab 1:1000, vom Februar 2023.

[4] Lageplan

<u>Vorhaben</u>

In der Ortsgemeinde Mehlingen ist die Erschließung des Neubaugebietes „Niedermehlinger Pfad / Im Sand" geplant. Die Ortsgemeinde Mehlingen liegt in der Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn im Landkreis Kaiserslautern.

Der Geltungsbereich umfasst eine Fläche von ca. 13 ha und liegt im Osten der Ortsgemeinde Mehlingen. Das Plangebiet grenzt im Westen an den Altortbereich und im Norden an später entstandene Wohngebiete sowie an Waldflächen. Südlich und östlich grenzen unbebaute Wiesen und Ackerflächen an das Plangebiet.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der ergänzenden Baugrunduntersuchung zum B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung" für die Bereiche Flur Nr. 1671 und 1672 mit einer Gesamtfläche von ca. 4500 m². Der Bach „Schwarzbach" entspringt weniger Meter östlich des Projektgebietes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die beauftragten punktuellen Erkundungsarbeiten lediglich eine Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 darstellen. Sie können keinesfalls weitergehende, im Zuge der Bebauung der Einzelgrundstücke objektspezifisch erforderlich werdende Hauptuntersuchungen und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf der Bauwerksgründungen ersetzen.

Die im vorliegenden Bericht getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die punktuellen Aufschlussergebnisse und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Fotos Feldarbeiten am 13.06.2023

Feldarbeiten am 13.06.2023

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 13.06.2023 im Baufeld drei Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 3 nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Bei der Bohrung RB 1 trat in einer Tiefe von 2,60 m unter Ansatzpunkt (u AP) ein Bohrstillstand ein. Die Bohrungen RB 2 und RB 3 endeten in der Zieltiefe von 3,00 m u AP.

Zusätzlich wurde eine Kleinrammbohrung VS 1 zur Prüfung der Versickerungseignung im Bereich RB 2 nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die Bohrung VS 1 endete in der Tiefe von 1,25 m u AP.

Zur Installation der Radonmessdosen wurden vier Kleinrammbohrungen Rad 1 bis Rad 4 (DN 80) bis in 1,00 m u GOK (unter Geländeoberkante) abgeteuft.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt drei schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Alle Sondierungen endete in der Zieltiefe von 3,00 m u AP.

Die Aufschlussergebnisse wurden im Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

Bodenmechanik

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurde im bodenmechanischen Labor an **-3-** charakteristischen Bodenproben die Korngrößenverteilungen mittels Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17992-4 bestimmt (Anlage 3).

Zur Beurteilung der Versickerungseignung der anstehenden Lockergesteinsböden wurde zudem **-1-** Versickerungsversuch / Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) durchgeführt. Das Versuchsprotokolle ist als Anlage 4 beigefügt.

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an **-2-** auffälligen Bodenproben der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5).

Analytik:

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden **-2-** Mischproben **„EBS 1“** und **„EBS 2“** der aufgeschlossenen Böden erstellt und der AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg zur laborchemischen Untersuchung nach der „Ersatzbaustoffverordnung“ Anhang 1 Tab. 3, BM/BG-0* übergeben. Der Prüfbericht Nr. 3428455 vom 10.07.2023 ist als Anlage 6 beigefügt.

Bestimmung der Radonkonzentration

Die Radonmessdosen (Dosimeter) wurden am 13.06.2023 installiert und am 26.07.2023 wieder geborgen. Die Lage der Messstellen geht aus dem beigefügten Lageplan in Anlage 8 hervor.

Die laborchemische Auswertung erfolgte durch das Sachverständigenbüro ALTRAC Radon-Messtechnik FB Prüflabor, Dittersdorfer Straße 5, 09661Striegistal. Der Ergebnisbericht vom 12.09.2023 ist in Anlage 7 beigefügt.

Bericht:

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt. Weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 gebildet.

Die Ansatzpunkte der niedergebrachten Kleinrammbohrungen, sowie der Rammsondierungen wurden mittels GNSS-Vermessung nach Lage (UTM-Koordinaten) und Höhe (m ü NN) ermittelt und sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse (m uAP und m ü NN) wurden ebenfalls in der Tabelle 1 aufgeführt.

Außerdem wurde ein Punkt in der Straße „Wiesenstraße" in der Nähe des Baufeldes einnivelliert und in Tabelle 1 eingetragen.

Die Lage des eingemessenen Punktes, der Kleinrammbohrungen und der schweren Rammsondierungen ist dem beigefügten Lageplan zu entnehmen (Anlage 8).

Tabelle 1: Höhen- und Koordinatenangaben

Höhen- und Koordinatenangaben					
Projekt:	OG Mehlingen B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"				
Datum:	13.06.2023				
Beobachter:	ES/KM				
Koordinatensystem:	UTM - Koordinatensystem				
Kleinrammbohrung (RB) / Schwere Rammsondierung (DPH) / Radon / Oberkante Straße	**UTM-Koordinaten**		**Ansatzpunkt (AP)**	**Endteufe**	
	Rechtswert [m]	**Hochwert [m]**	**[m ü NN]**	**[m u AP]**	**[m ü NN]**
RB 1 / DPH 1 / Rad 1	U 32417769,724	5482852,926	289,72	2,60	287,12
				3,00	286,72

				1,00	288,72
RB 2 / DPH 2 / Rad 2 / VS 1	U 32417776,660	5482885,398	289,10	3,00	286,10
				3,00	286,10
				1,00	288,10
				1,25	287,85
RB 3 / DPH 3 / Rad 3	U 32417752,596	5482903,716	290,30	3,00	287,30
				3,00	287,30
				1,00	289,30
Rad 4	U 32417743,917	5482871,222	290,35	1,00	289,35
				1,00	289,35
OK Straße	U 32417750,989	5482828,561	290,62	--	--

Der vorliegende geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung.

2 Geologischer Überblick, Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Gemäß Geologischer Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1 : 300000 liegt das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich des Unteren Buntsandsteins der Pfalz (sT; Trias; Trifels-Schichten) zum Zechstein im Pfälzer Bergland (zSt; Perm; Stauf-Schichten; ungegliedert).
Die Gesteinssuite der Trifels-Schichten setzt sich im Wesentlichen aus violett- bis hellroten, geröllführenden, kieselig gebundenen, schräggeschichteten, massigen Mittel- bis Grobsandsteinen zusammen.
Die Stauf-Schichten sind überwiegend aus schluffigen, intensiv roten bis braunroten, im basalen und oberen Teil oft geröllreichen Fein- bis Grobsandsteinen aufgebaut.

In den Randbereich des Untersuchungsgebietes ragen Ausläufer des Bereichs des Lösses, Lösslehms, Schwemmlösses und Sandlösses (Lo; Quartär) hinein, welche aus schluffigen Lehmen bis sandigen, z. T. umgelagerten Schluffen bestehen.

Das Festgestein wird von seinen chemisch-physikalischen Verwitterungsprodukten überlagert, welche entsprechend der Kornzusammensetzung des Ausgangsgesteins allgemein als schwach schluffige, teils schwach kiesige Sande mit variierendem Anteil an verwittertem Festgesteinsbruch in Kieskorn- bis Steinfraktion zu charakterisieren sind.
Es ist damit zu rechnen, dass in die Lockergesteinszone verwitterte Festgesteinsbruchstücke und größere Findlinge bzw. Blöcke eingeschaltet sein können

Abfrage Bodenkarte BFD50 (Landesamt für Geologie RLP):
Böden aus äolischen Sedimenten; *Parabraunerde, erodiert, aus Löss (Pleistozän) über sehr tiefem Schuttsand aus konglomeratischem Sandstein (Zechstein bis Buntsandstein)*

Basierend auf den Aufschlussergebnissen und unter Berücksichtigung der regionalen geologischen Verhältnisse lassen sich hinsichtlich der Baugrundschichtung unterhalb des bereichsweise vorhandenen bis ca. 0,25 m mächtigen Oberbodens die nachfolgenden Schichtglieder (SG) ableiten:

SG I: Sande

(Mittel)Sande, ± schluffig, ± feinsandig, schwach grobsandig z.T. schwach kiesig
Farbe: braun, rot, rot-grau, grau, gelb-grau
Konsistenz: weich bis halbfest
Lagerung: locker bis sehr dicht
Bodengruppen: SU*, SU, SW nach DIN 18196

SG II: Tone (nur im Bereich RB 2)

Tone, schluffig, sandig
Farbe: grau
Konsistenz: steif
Bodengruppen: TL nach DIN 18196

Die charakteristischen Kenngrößen der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von den in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerten (Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196, ATV-A127, DIN 18300:2012-09 dokumentierten Bodengruppen/-klassen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklassen erfolgte auf der Grundlage der ZTV E-StB 17-Klassifizierung.

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Sande	**SG II Tone**
Bodengruppe (DIN 18196)	SU*, SU, SW	TL
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	3, 4, (2)+)	4, (2)+)
Homogenbereich**) (DIN 18300:2019-09)	(B0), B1	(B0), B2
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	G2, G3	G4
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB 97	V1, V2	V3
Konsistenz	weich bis halbfest	steif
Lagerungsdichte	locker bis sehr dicht	--
Plastizität	SU*: geringplastisch	leichtplastisch
Wichte (DIN 1055) [kN/m³] cal γ cal γ ,	SU*: 20,0 – 21,0 10,0 – 11,0 SW, SU: 18,0 – 22,0 10,0 – 14,0	20,5 10,5

Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	SU*: 27,5 SW, SU: 30 - 35	27,5
Kohäsion (DIN 1055) [kN/m²] cal c_u cal c'	SU*: 0 - 40 0 - 5	15 2
Steifemodul cal E_s [MN/m²]	10 - 80	8 - 15
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTV E-StB 17	SU*: F3 SU: F2**) SW: F1	F3
Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] nach DIN 1054:2010-12	SU, SW: 380[1)] SU*: 250[2)]	200[2)]
Durchlässigkeit k_f [m/s] gemäß Literatur	10^{-4} bis 10^{-9}	10^{-6} bis 10^{-9}
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	 0-30 0 0	 0-30 0 0
ErsatzbaustoffV (s. Kap. 8)	BM-0	BM-0

+) Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Aufgeweichte bindige Böden bzw. solche von breiiger Konsistenz gehen in Bodenklasse 2 nach DIN 18300: 2012-09 bzw. in den Homogenbereich B0 nach DIN 18300:2019-09 über.

++) Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe (Ersatzbaustoffverordnung). Die anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Eigenschaften, Kennwerte und Bandbreite aufgrund der beauftragen Aufschlussverfahren möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten. Für die Einteilung der Böden in Homogenbereiche wurden die Empfehlungen aus der DVGW-Information Gas/Wasser Nr. 20 vom Januar 2016 für die Vergabe und Abwicklung von

**) Nur wenn ≥ 5 Gew.-% < 0,063 mm bei U ≥ 15 oder ≥ 15 Gew.-% < 0,063 mm bei U ≤ 6, sonst zu F1 gehörend.

1) Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. b' = 0,5 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von **1,0 m**, bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen. Für andere Einbindetiefen gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.1. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).

Bei Anwendung der Werte nach Tabelle A 6.1 ist bei Fundamentbreiten bis **1,5 m mit Setzungen von etwa 2 cm**, bei breiteren Fundamenten mit ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärkeren Setzungen zu rechnen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

2) Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. b' = 0,5 bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von **1,0 m** bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche

ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen.
Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6. und Tab. A 6.7.
Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).
Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6. und Tab. A 6.7 genannten Werte kann bei mittig belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung s ≈ 2 bis 4 cm** führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte	Ersatzbaustoff V
(B0)	Böden der Bodengruppen SU* und TL in flüssiger bis breiiger Konsistenz, nach Aufweichen ohne Analytik	--
B1	**anstehender Böden** Böden der Bodengruppe SU* in weicher bis halbfester Konsistenz, geringplastisch Steinanteil 0-30% Bodenklasse 4	**BM-0**
	anstehender Böden Böden der Bodengruppen SW und SU in sehr lockerer bis sehr dichter Lagerung Steinanteil 0-30% Bodenklasse 3	
B2	**anstehender Böden** Böden der Bodengruppe TL in weicher bis halbfester Konsistenz, leichtplastisch Steinanteil 0-30% Bodenklasse 4	**BM-0**

Hydrogeologische Verhältnisse

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.06.2023) bei den Bohrungen RB 1 bis RB 3 und Rad 1 bis Rad 3, sowie den Sondierungen DPH 1 bis DPH 3 bis zur jeweiligen Endteufe bzw. bis zum Zufallen der Bohr- und Sondierlöcher nicht nachweisbar.

Der Grundwasserspiegel im Untersuchungsgebiet befindet sich gemäß Hydrologischer Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz (Grundwasseroberfläche; online unter: https://mapclient.lgb-rlp.de) auf einer Höhe von ca. 280 m ü NN.

Generell ist jedoch eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht auszuschließen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst)

gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.
In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen *oberhalb* eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Bezüglich der Erdbebeneinwirkung befindet sich das Untersuchungsgebiet in keiner der in der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ausgewiesenen Erdbebenzonen (bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte).

Der im Untersuchungsgebiet aufgeschlossene, natürlich anstehende Untergrund setzt sich im Wesentlichen aus bindigen und nichtbindigen Sanden der Bodengruppen SU, SU* und SW nach DIN 18196 des Schichtgliedes SG I und steifen Tonen der Bodengruppe TL nach DIN 18196 des Schichtgliedes SG II (nur im Bereich RB 2 aufgeschlossen) zusammen.

Nach DIN 18300:2012-09 sind die nichtbindigen Böden der Bodengruppen SU und SW bei lockerer bis sehr dichter Lagerung der Bodenklasse 3, die bindigen Sande und Tone der Bodengruppen SU* und TL in weicher bis halbfester Konsistenz der Bodenklasse 4 zuzuordnen.

Bindige Böden (z. B. der Bodengruppen TL und SU*) sind als wasserempfindlich anzusprechen, d. h., sie reagieren bei Wassergehaltsänderung (Durchfeuchtung) mit einer Verschlechterung ihrer bodenmechanischen Eigenschaften. Durchnässte, breiige Böden gehören nach DIN 18300:12-09 in die Bodenklasse 2. Ab mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.

Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen.

Ab mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar. Bindige Böden von weicher bzw. weich-steifer Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht bzw. kaum belastbar und als ungeeignet bzw. wenig geeignet für Gründungszwecke zu beurteilen.

3.1 Bestimmung des Glühverlusts

Die Einflussnahme organischer Bestandteile wirkt sich bei bindigen Böden erfahrungsgemäß ab einem Glühverlust von 5 M.-% maßgeblich aus (vgl. DIN 1054). Vor diesem Hintergrund wurde zur weitergehenden Beurteilung an den aus den Tiefenbereich zwischen 0,20 m und 1,90 m unter Geländeoberkante entnommenen Bodenproben RB 2 / P 2 (0,20 m bis 1,50 m) und RB 3 / P 3 (1,50 m bis 1,90 m) im bodenmechanischen Labor der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5). Der Glühverlust entspricht dem Masseverlust des bei 105°C getrockneten Bodens bei einer Glühtemperatur von 550°C. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 4: Glühverlustergebnisse

Probe	Tiefe [m unter GOK]	Bodenart	Glühverlust [Masse-%]
RB 2 / P 2	**0,20 – 1,50**	Sand, stark tonig, schluffig	**4,91**
RB 3 / P 4	**1,50 – 1,90**	Sand, stark schluffig, tonig	**1,38**

Die untersuchten Bodenproben **RB 2 / P 2 und RB 3 / P 3** unterschreiten den nach DIN 1054 anzusetzenden zulässigen Anteil organischer Beimengungen von zul V_{GL} = 5 M.-% für bindige Böden. Überschüssige Aushubböden sind daher bei geeignetem Wassergehalt grundsätzlich für einen etwaigen Wiedereinbau z. B. im Dammbereich von Straßen oder Lärmschutzwällen geeignet.

3.2 Radon-Konzentration

3.2.1 Standortbeschreibung und durchgeführte Untersuchungen

Angaben zur Geologie im Projektgebiet siehe Kapitel 2.

Ah
0 - 20 cm
Bodenart: Su3
humoser Oberboden, durchwurzelt, locker, sehr schwach feucht, braun

B
20 – 100 cm
Bodenart: Su2
B-Horizont: Mineralischer Unterbodenhorizont; mitteldicht bis dicht, sehr schwach feucht, grau

Foto 1: Bohrgut aus Radonmessung Rad 1

Ah
0 - 20 cm
Bodenart: Su3
humoser Oberboden, durchwurzelt, locker, schwach feucht, dunkelgrau

B
20 – 100 cm
Bodenart: Su2
B-Horizont: Mineralischer Unterbodenhorizont; locker, schwach feucht, grau

Foto 2: Bohrgut aus Radonmessung Rad 2

Ah
0 - 10 cm
Bodenart: Su3
humoser Oberboden, durchwurzelt, locker, sehr schwach feucht, grau

B
10 – 100 cm
Bodenart: Su3
B-Horizont: Mineralischer Unterbodenhorizont; weich bis steif, trocken, grau, braun

Foto 3: Bohrgut aus Radonmessung Rad 3

Ah
0 - 25 cm
Bodenart: Su3
humoser Oberboden, durchwurzelt, locker, sehr schwach feucht, grau

B
25 – 100 cm
Bodenarten: Su2 und Su3
B-Horizont: Mineralischer Unterbodenhorizont; weich, mitteldicht, schwach feucht bis feucht, grau

Foto 4: Bohrgut aus Radonmessung Rad 4

Zur orientierenden Untersuchung der Radon-Konzentration in der Bodenluft wurden auftragsgemäß Langzeitmessungen nach der Bohrlochmethode durchgeführt. Es wurden am 13.06.2023 vier Kleinrammbohrungen Rad 1 bis Rad 4 (DN 80) bis in 1,00 m u GOK (unter Geländeoberkante) im Bereich der jeweiligen Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 3, sowie im westlichen Bereich abgeteuft (genau Lage s. Anlage 8). In den Bohrlöchern wurden Standrohre eingebracht, um die Wandungen zu stützen.

In die ausgebauten Bohrlöcher wurden am 13.06.2023 an einem Seil befestigte Radonmessdosen (Dosimeter) eingebracht und mit ca. 0,20 m Bohrgut überdeckt. Zur Unterbindung atmosphärischer Störungen wurden die Rohre mit einem Deckel und Klebeband verschlossen.

Die Radonmessdosen wurden am 26.07.2023 nach einer Verweildauer von ca. sechs Wochen wieder geborgen und in radondichte Folie verpackt. Anschließend wurden die Messstellen rückgebaut.

Die chemische Auswertung wurde durch die „Anerkannte Sachverständige Radon-Messstelle AL-TRAC", Dittersdorfer Straße 5, 09661 Striegistal durchgeführt (siehe Ergebnisbericht vom 12.09.2023, Anlage 7).

3.2.2 Ergebnisse und Bewertung

Als radioaktives Edelgas mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen, welches aus dem radioaktiven, fast überall in der Erdkruste vorhandenen Schwermetall Uran entsteht, sind Radon und seine Folgeprodukte ebenfalls überall im Erdreich nachzuweisen und daher Teil der natürlichen Strahlenbelastung, die seit jeher auf den Menschen einwirkt.

In der freien Luft außerhalb von Gebäuden wird das aus dem Boden austretende Radon sofort durch Atmosphärenluft auf sehr niedrige Konzentrationen verdünnt. Innerhalb von Gebäuden können aber beträchtliche Radonkonzentrationen auftreten, vor allem in Räumen ohne ausreichende

Belüftung. Außer von der Belüftung hängt die Radonkonzentration in den Räumen von den Faktoren Bauwerk (Dichtigkeit des Gebäudes gegen Radoneintritt durch die Bodenplatte und erdberührende Wände) sowie Baugrund (Uran- bzw. Radongehalt der Gesteine und Böden im näheren und tieferen Baugrund; Wegsamkeiten für das Radon im Erdreich, z.B. tektonische Störungen sowie Porosität des Gesteins im Untergrund) (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz 2006 – 2013; Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz RLP 2014) ab.

Gemäß Strahlenschutzgesetz (StrlSchG), erlassen am 27.06.2017, zuletzt geändert am 23.10.2020; wurde für Aufenthaltsräume sowie Arbeitsplätze ein Referenzwert für Radon eingeführt. Dieser Referenzwert dient zur Orientierung, ob bauliche Schutzmaßnahmen relevant werden.
Im StrlSchG wurde ein Referenzwert der Luft in Aufenthaltsräumen und Arbeitsplätzen von 300 Bq/m³ festgelegt.

In Deutschland sind nach dem Bundesamt für Strahlenschutz in der Bodenluft Radonkonzentrationen in einem Bereich von weniger als 10.000 bis 100.000 Bq/m3 üblich, lokal können aber auch deutlich höhere Konzentrationen vorkommen.
Die Radonkonzentration in der Bodenluft (Porenräume des Bodens) wird in einer Tiefe von 1 m unter der Erdoberfläche gemessen.
Die Radonkonzentration in der Bodenluft ist entscheidend dafür, wieviel Radon im Untergrund zum Eintritt in ein Gebäude zur Verfügung steht. In der Regel liegt die Radonkonzentration in der Raumluft um etwa einen Faktor 500 bis 1000 unter der der entsprechenden Bodenluft.

Bewertungsgrundlage

In Anlehnung an die Empfehlungen des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz RLP 2014 werden folgende Radonpotenzial-Klassen und die entsprechenden Bedeutungen unterschieden:

1 **Niedriges Radonpotential:** 0 – 40.000 Bq/m3

- Keine Vorsorgemaßnahmen nötig, wenn ausgeschlossen werden kann, dass eine geologische Störung (tektonische Kluftzone) im Baugebiet vorliegt.

2 **Erhöhtes Radonpotential:** > 40.000 – 100.000 Bq/m3

- Eine orientierende Radonmessung in der Bodenluft sollte Grundlage für die Bauherren sein, sich ggf. für bauliche Vorsorgemaßnahmen zu entscheiden.

3 **Hohes Radonpotential:** > 100.000 Bq/m3

- Radonmessungen in der Bodenluft werden dringend empfohlen. Werden tatsächlich Werte über 100.000 Bq/m3 festgestellt, wird angeraten, bauliche Vorsorgemaß-nahmen zu treffen, um den Eintritt des Radons ins Gebäude weitgehend zu verhindern.

Untersuchungsergebnisse und Bewertung

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die nach einer Expositionsdauer von ca. 1037 Stunden gemessenen mittleren Radon-222-Konzentrationen (C_{Rn}) dargestellt (siehe auch Analysebericht in Anlage 7).

Die seitens des Sachverständigenbüro ALTRAC Radon-Messtechnik ausgewerteten Radonmessungen (Anlage 7**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) für das geplante Baufeld ergeben im Bereich der Bohrungen Rad 1 bis Rad 4 eine Radonkonzentration von <5000 Bq/m³.

Tabelle 5: Ergebnisse der Radonmessungen

Expositionsort (Messstelle) / Probennummer	Messgeräte-Nr. / Proben-bezeich-nung	Messtiefe [m u GOK]	Expositionsdauer t_{exp} (h)	Mittlere Radon-222-Konzentration C_{Rn} [Bq/m³]
Rad 1	EJ1785	0,60	1037	<5000
Rad 2	EJ1784	0,70	1037	<5000
Rad 3	EJ1786	0,70	1037	<5000
Rad 4	EJ1787	0,75	1037	<5000

Das Baufeld ist in die Kategorie 1 (niedriges Radonpotenzial 0 – 40.000 Bq/m³) einzustufen.

4 Gebäudegründung

4.1 Allgemeines zur Gründung von Gebäuden

Generell ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit bei Einzel- und Streifenfundamenten unter luftberührten Außenwänden eine Mindesteinbindetiefe von 0,80 m vorzusehen. Bei Einzel- und Streifenfundamenten unter nicht luftberührten Außenwänden wird generell eine Einbindetiefe von 0,50 m empfohlen. Bei Gründung mittels tragender Bodenplatte, ist die Bodenplatte in den Bereichen, in denen eine Mindesteinbindetiefe von 0,80 m unterschritten wird, mit Frostschürzen zu versehen.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8).

Die aufgeführten Werte gehen zurück auf Grundbruch- und Setzungsberechnungen, so dass für Regelfälle auf die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch (GEO-2), Gleiten (GEO-2) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) verzichtet werden kann. Da das Regelfallverfahren ein vereinfachter Nachweis ist, muss vor jeder Bemessung sorgfältig geprüft werden, ob die in der DIN 1054:2010 angeführten Anwendungsgrenzen eingehalten sind. Sind diese Voraussetzungen

nicht erfüllt, oder werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstands überschritten, sind die o.g. Nachweise alle zu führen.
Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht. Bei nichtbindigen Böden wird dies durch die in Tabelle A 6.3 von DIN 1054 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen.
Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m² ermittelt worden sein.

Die auf der Grundlage der Tabelle A 6.1 für nichtbindige Böden bemessenen Fundamente können sich bei Fundamentbreiten bis 1,50 m um etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärker setzen. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Liegt ein Regelfall nicht vor, oder sollen die in DIN 1054:2010 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

Eine Gründung von Gebäuden ist jedoch selbstverständlich auch in Böden möglich, die nicht den Vorgaben der DIN 1054 entsprechen. Allerdings sind bei einer Gründung in Erdstoffen von weicher bis weich-steifer Konsistenz bzw. lockerer Lagerung die Bauwerksverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen und die Sicherheit gegen Grundbruch gesondert nachzuweisen.

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei sind bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) erfahrungsgemäß folgende Mindestanforderungen an die Schlagzahlen zu stellen:

Schwere Rammsonde:	**steife Konsistenz:**	**Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$**
	mitteldichte Lagerung	**Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$**

Nach Auswertung der Ergebnisse der drei niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 6 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 6: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig ausreichender Festigkeit

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m ü NN]
DPH 1	ca. 1,00	ca. 288,72
DPH 2	ca. 1,30	ca. 287,80
DPH 3	ca. 2,10	ca. 288,20

Eine Gründung von Gebäuden ist jedoch selbstverständlich auch in Böden möglich, die nicht den Vorgaben der DIN 1054 entsprechen. Allerdings sind bei einer Gründung in Erdstoffen weicher Konsistenz bzw. lockerer Lagerung die Bauwerksverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen und die Sicherheit gegen Grundbruch gesondert nachzuweisen. **Eine objektbezogene Baugrunderkundung ist daher unerlässlich.**

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse sind Gebäudegründungen sowohl mittels Streifenfundamenten als auch Gründungen mittels elastisch gebetteter, tragender Stahlbetonbodenplatten auf entsprechend ausreichend dimensionierten Gründungspolstern (Bodenaustausch) aus gut verdichtbaren, nicht bindigen Erdstoffen möglich.

Sollten bei Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten in Höhe der Fundamentsohlen Böden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen (bindige Böden von weicher bzw. weich-steifer Konsistenz oder nichtbindige Böden von lockerer Lagerungsdichte), sind die Fundamente bis zum Erreichen der Böden von mindestens ausreichender Tragfähigkeit (Böden mit mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung) tieferzuführen, oder unterhalb der Fundamente ist ein Gründungspolster einzubauen.

Die genaue Dimensionierung der erforderlichen Gründungspolster (abhängig nach Größe der auftretenden Lasten und der zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen) kann jedoch nur auf Grundlage ergänzender objektbezogener Baugrundaufschlüsse und detaillierter Setzungsberechnungen erfolgen.

Bei jeder Art von Flachgründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir das Einbringen einer Sauberkeitsschicht aus rolligem Material (z. B. Körnung 0/32) bzw. besser Magerbeton (Stärke ca. 5 cm).

Werden die Fundamente nicht direkt nach Aushub betoniert, empfehlen wir, unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) einzubauen, um eine Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse zu vermeiden.

Die dauerhafte Entwässerung des jeweiligen Arbeitsplanums ist während der gesamten Bauphase sicherzustellen. Die Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Gründungspolster:

Wir empfehlen die Verwendung von gut verdichtbaren grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppe GW (z.B. Kies-Sand oder Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56 oder Vergleichbares) als Fremdmaterial.

Das Gründungspolster ist lagenweise (**Schüttstärke maximal 30 cm**) herzustellen und zu verdichten. Dabei ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 98$ % zu gewährleisten. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen (mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134).

Bei Verwendung des o. g. Materials und lagenweise verdichtetem Einbau ist basierend auf Erfahrungswerten ein Steifemodul in der Größenordnung **E_S = 35 MN/m²** für den Polster-/Verfüllkörper ansetzbar. Bei einem in der Höhe gestaffelten Gründungspolster ist dieses abgetreppt einzubauen.

Das Gründungspolster ist über den Fundamentrand bzw. Plattenrand hinaus im **Lastausbreitungswinkel** von **45°** herzustellen.
Die Austauschsohle ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit ≥ 150 g/m²) vom anschließend herzustellenden Bodenaustauschkörper zu trennen. Das anstehende Planum ist vor Einbau des Geotextils grundsätzlich nachzuverdichten.

Es sollte nur statisch wirkendes Verdichtungsgerät eingesetzt werden, um die Tragfähigkeit des Untergrundes nicht zu verschlechtern.

5 Erdbautechnische Hinweise

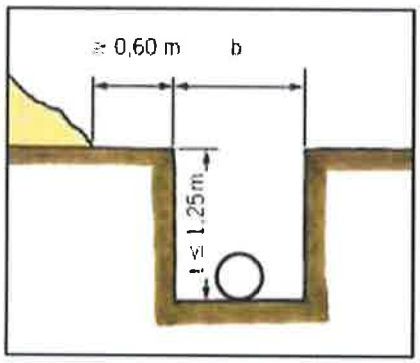
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung, Verbau

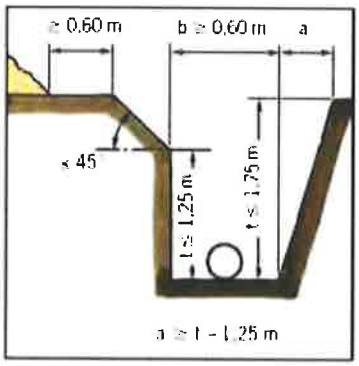
Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

Diese dürfen in Böden über dem Grundwasser bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2

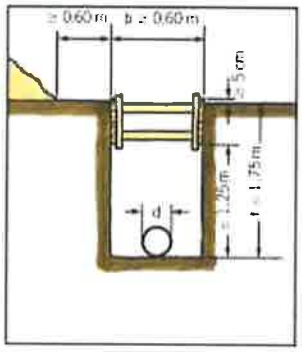


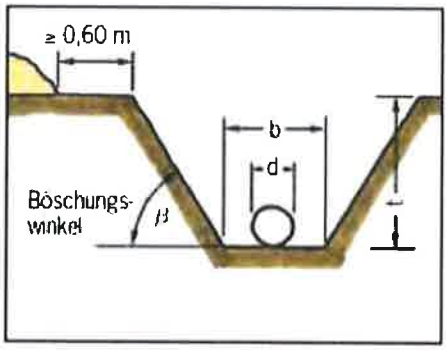


In mindestens steifen bindigen Böden über dem Grundwasser sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböscht wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.





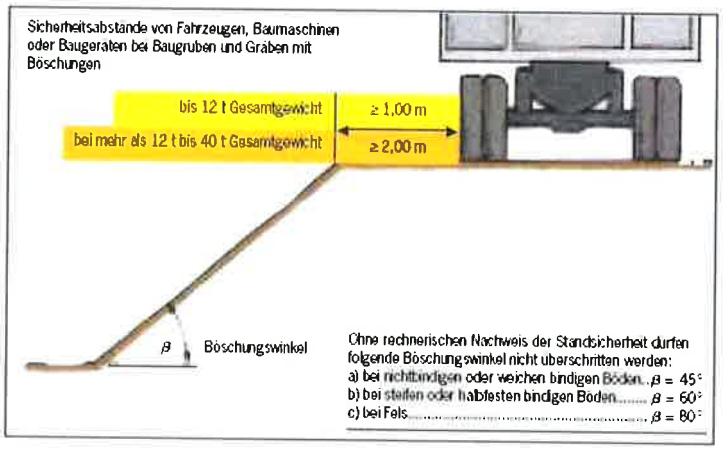
In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nicht bindige Böden	**≤ 45°**
bindige Böden	**≤ 45° bei weicher Konsistenz**
	≤ 60° bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein	**≤ 80° (unter Beachtung des Trennflächengefüges)**

Werden beim Baugrubenaushub Böden unterschiedlicher Bodengruppen oder steife und weiche Partien in Wechsellagerung angeschnitten, so ist über die gesamte Böschungshöhe der zulässige Neigungswinkel des ungünstigsten Schichtpakets auszuführen (d. h. ≤ 45°).

Die angegebenen zulässigen Böschungswinkel gelten *nur für Regelfälle*. Geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen **und nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen**, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Dies gilt beispielsweise bei

- Schichtwassereinflüssen, Anschnitt von Staunässehorizonten,
- Böschungen von mehr als 5 m Höhe,
- Baumaschinen oder Baugeräten bis einschließlich 12 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 1 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Baumaschinen oder Baugeräten von mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Steigung des an die Böschungskante anschließenden Geländes von mehr als 1:10.



Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder dergleichen ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, bzw. liegt die Baugrube im Bereich des Grundwassers / Schichtwassers und ist dieses mittels offener Wasserhaltung nicht zu beherrschen, oder befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern. Bei in das Grundwasser einbindenden Baugruben ist ein wasserdichter Verbau auszuführen.

Während der Feldarbeiten wurde kein Grund-, Schicht- oder Stauwasser angetroffen. Das Kollabieren der Bohr- und Sondierlöcher lässt jedoch auf eventuelle Wasservorkommen schließen. Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen. In der Baugrube gegebenenfalls anfallendes Schichtwasser ist zusammen mit zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) ordnungsgemäß zu fassen und dauerhaft abzuleiten. Sofern ggf. anfallendes Grund-, Schicht-, oder Stauwasser hierbei mittels offener Wasserhaltung nicht zu beherrschen ist, ist dieses abzusenken, oder die Baugrube ist durch einen wasserdichten ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern.

Hinweis

Die im Abschnitt 5.1 „Baugruben und Gräben, Wasserhaltung" verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2012 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

5.2 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Lockergestein

Die gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen **SU, SW und SU*** sind nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung sowie zur Geländeauffüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 geeignet.

Nach dem Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003 (FGSV Nr. 516) sind Böden der Bodengruppe **TL** für die Grabenverfüllung unter Verkehrsflächen nicht geeignet.

Für einen qualifizierten Wiedereinbau im Gründungsbereich oder anderen Bereichen mit Verdichtungs- oder Tragfähigkeitsanforderungen sind diese **nur unter optimalen Bedingungen** geeignet. Bei geeignetem Wassergehalt (erdfeuchter Zustand) können diese Böden für die lagenweise verdichtete Arbeitsraumverfüllung sowie zu Geländeprofilierungszwecken verwendet werden.

Aushubböden mit verdichtungsfähigem Wassergehalt, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien,

Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) gegen Witterungseinflüsse (Durchfeuchtung oder Austrocknung) zu schützen. Der Wiedereinbau von Aushubböden muss generell lagenweise erfolgen. Dabei sollte die Schütthöhe nicht größer als 0,30 m sein.

Aufgeweichte oder durchnässte Aushubböden bzw. solche von weicher oder breiig-weicher Konsistenz sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird.

Die sachgerechte Verdichtung erfordert auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Gerätschaften (z. B. Schaffußwalze, abschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Etwaige Einschränkungen der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden durch eine Deklarationsanalytik (chemische Schadstoffuntersuchung nach der „Ersatzbaustoffverordnung" Anhang 1 Tab. 3 bestimmt (siehe Kapitel 8).

5.3 Langzeitböschungen ohne zusätzliche Lasteinwirkung

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Langzeitböschungen entstehen oder angeschüttet werden, können in Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe hinsichtlich der Böschungsneigung die nachfolgenden Anhaltswerte in Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 17 zugrunde gelegt werden. Diese gelten nur für unbelastete Langzeitböschungen ohne Strömungsdruck.

Grobkörnige Böden:

Kiese, Sande:	**1 : 1,5**
Feinsande:	**1 : 2,0**

Gemischtkörnige Böden:

Schluffig-tonige Böden (GU):	**1 : 1,5**

Bindige, feinkörnige Böden (UL, TL, TM) und gemischtkörnige Böden (GU*, SU, SU*):

h < 3 m:	**1 : 1,25**
für 3 m < h < 10 m:	**1 : 1,5**
für 10 m < h < 15 m:	**1 : 1,8 bis 2,0**

Die Standsicherheit steilerer Böschungen sowie bei Böschungen mit Strömungsdruck oder belasteten Langzeitböschungen ist im Einzelfall gemäß DIN 4084 nachzuweisen. Ggf. sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, Gabionen, usw. zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind.

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen.

Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungsfußbereich entgegen. Zum Schutz vor Erosion durch Witterungseinflüsse sind Langzeitböschungen umgehend zu begrünen.

Der Abstand eines Gebäudes von der Böschungskante muss so groß sein, dass die Böschung keine Belastung durch das Gebäude erfährt. Bei einer Böschungshöhe von z. B. ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m.

Sollten die Platzverhältnisse dafür nicht ausreichend sein, sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind (s. oben).

5.4 Anforderungen an verdichtete Schüttungen im Gründungsbereich von Bauwerken

Als Auffüllmaterial sollen grundsätzlich *nichtbindige* Erdstoffe der Bodengruppen GW, GU, SW oder SU nach DIN 18196 verwendet werden, z.B. gut kornabgestufte Kies-Sand-Gemische mit einem Feinkorngehalt (Korndurchmesser < 0,063 mm) von maximal 15 % oder güteüberwachtes RC-Material bzw. gebrochenes Hartgestein der Körnung 0/56.

Die Auffüllung bzw. der Bodenaustausch ist in Schüttlagen von maximal 30 cm einzubauen und zu verdichten. Die Schüttung ist über den Plattenrand bzw. den Fundamentrand hinaus im Lastausbreitungswinkel von 45° herzustellen.

Für Auffüllungen aus **nichtbindigem Bodenmaterial** im Gründungsbereich von Bauwerken werden an die Erdstoffe nachfolgende Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} gestellt:

- eng, weit, und intermittierend gestufte grobkörnige Böden (Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GW, GI) sowie gemischtkörnige Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern ≤ 0,06 mm (Bodengruppen SU, GU, GT) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad U > 3:

Lagerungsdichte D ≥ 0,45 Verdichtungsgrad D_{pr} ≥ 98 %

Der angegebene Mindestwert des Verdichtungsgrades D_{Pr} entspricht etwa einer mitteldichten Lagerung.

Die oben genannten Verdichtungsanforderungen an Auffüllungen im Gründungsbereich sind durch geeignete Versuchstechniken zu prüfen und nachzuweisen!

Generell sind hierbei direkte Verdichtungskontrollen mittels Ersatzverfahren (Densitometermethode oder Sandersatzverfahren) in Verbindung mit Proctorversuchen anwendbar. Wegen des erforderlichen Zeitaufwandes für die Versuchsauswertung müssen hierbei jedoch Verzögerungen im Bauablauf in Kauf genommen werden, oder es müssen in Abhängigkeit der erst zeitversetzt vorliegenden Prüfergebnisse gegebenenfalls bereits eingebaute Lagen wieder abgeschoben werden, um unzureichend verdichtete tiefere Lagen nachverdichten zu können.

Um im Sinne eines raschen Baufortschritts bereits beim jeweiligen Prüftermin vor Ort eine Aussage bezüglich der erzielten Verdichtung treffen zu können, ist die Durchführung indirekter Verdichtungskontrollen mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 zu empfehlen. Als Hilfskriterien werden hierbei anstelle des Verdichtungsgrades D_{Pr} die Verformungsmoduln E_{V1} und E_{V2} sowie das Verdichtungsverhältnis E_{V2}/E_{V1} bestimmt.

In Anlehnung an die Tabelle 10 der ZTV E-StB 17 können hierbei nachfolgende Richtwerte für die Zuordnung von Verdichtungsgrad D_{Pr}, Verformungsmodul E_{V2} und Verdichtungsverhältnis E_{V2}/E_{V1} angesetzt werden:

Bodengruppen GW, GI:	**$E_{V2} \geq 80$ MN/m²**
Bodengruppen GE, SE, SW, SI:	**$E_{V2} \geq 70$ MN/m²**
	$E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}5$ bei $D_{Pr} \geq 98$ %

Der mit statischen Plattendruckversuchen erfassbare Tiefenbereich beträgt ca. 0,6 m bis 0,9 m (zwei- bis dreifacher Lastplattendurchmesser).

Bei dem erforderlichen Einbau in Lagen von maximal 30 cm sind insofern auf mindestens jeder zweiten Lage Prüfungen durchzuführen.

Für bindige Schüttstoffe ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % im Mittel, mindestens aber 97 % als Untergrenze gefordert.

Vor Einbau der ersten Lage ist das anstehende Planum intensiv nachzuverdichten.

Auf eine ausreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) ist unbedingt zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTV E-StB 17) sind zu beachten.

5.5 Grabenverfüllung

In den ZTV A-StB 12 und in den ZTV E-StB 17 wird im Graben unterschieden zwischen der „Leitungszone" und der „Verfüllzone". Die Leitungszone umfasst den Bereich unter und neben dem Rohr sowie bis zu 30 cm über dem Rohrscheitel. In dieser Zone sind Verfüllmaterialien nach den Vorschriften der Veranlasser, d. h. in der Regel der Leitungsbetreiber, zu verwenden.

Gemäß ZTV E-StB 17 sind in Bezug auf die Baustoffe bei der Herstellung der Leitungszone die DIN 18306, DIN 18307 und DIN 18322 zu beachten. Darüber hinaus sind ebenfalls die Vorgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Wegen der beengten Platzverhältnisse und um eine Beschädigung der Leitung zu vermeiden, sollten sowohl in der Leitungszone als auch im Bereich der Verfüllzone bis rund 1,0 m über Rohrscheitel nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden.

Sollen in der über der Leitungszone liegenden Verfüllzone fein- und gemischtkörnige Böden verwendet werden, muss der Einbauwassergehalt nach ZTV A-StB 12 im Bereich von $0{,}9 * w_{Pr} \leq w \leq 1{,}1 * w_{Pr}$ liegen.

Der optimale Wassergehalt ist durch Proctorversuche gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren.

Bindige aufgeweichte Böden, die höchstens eine weiche Konsistenz aufweisen, sind nicht verdichtbar und dürfen als Kanalraumverfüllung nicht eingebaut werden, da dies z. B. im späteren Straßenkörper zu Setzungen und somit zu Straßenschäden führen wird.

Der Wiedereinbau solcher Böden ist nur bei Einsatz von Weißfeinkalk oder hydraulischen Mischbindern zur Reduzierung der Wassergehalte und zur Verbesserung der Verdichtungswilligkeit der Böden möglich. Erfahrungsgemäß ist hierbei von einem Bedarf an Weißfeinkalk oder Mischbinder von ca. 2 bis 3,5 M.- % bzw. 40 bis 70 kg/m³ (bei weicher Konsistenz des Erdstoffes) auszugehen.

Gemäß den Richtlinien der ZTV E StB 17 werden an die Verfüllung von Leitungsgräben in Abhängigkeit von der Bodenart (Bodengruppe nach DIN 18196) die in nachfolgender Abbildung 1 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades D_{Pr} in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:

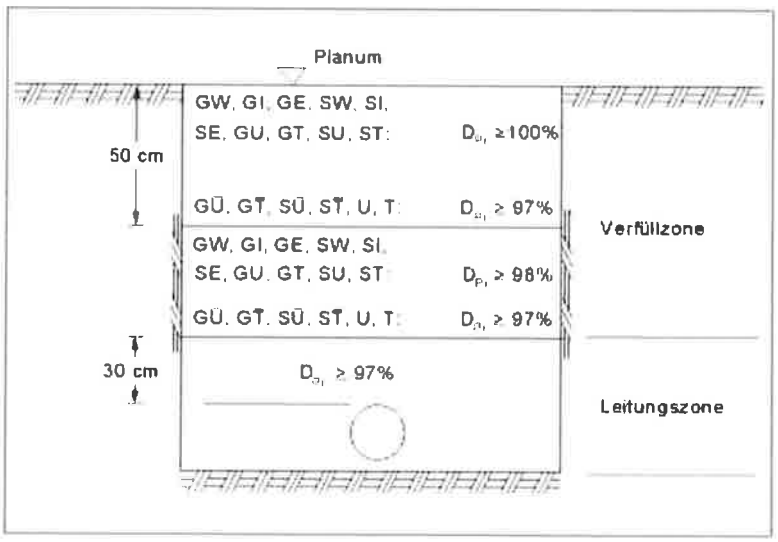


Abb. 1: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17

Wird der Graben mit grobkörnigem Ersatzmaterial verfüllt, empfiehlt es sich, im Abstand von rund 30 m Querschläge aus Beton/Lehm/Ton einzubauen. Diese verhindern eine Dränwirkung des grobkörnigen Verfüllmaterials.

Auf dem Planum, d.h. der Verfüllzone, ist ein Verformungsmodul von mindestens 45 MPa

nachzuweisen.

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren!

5.6 Rohr- und Schachtgründung

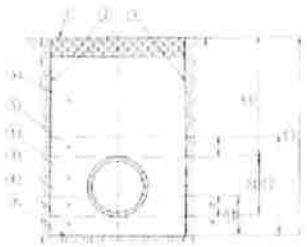
Eine Rohrbettung in den Lockergesteinsböden der Schichtglieder SG I und SG II kann bei mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung grundsätzlich ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen. Es ist jedoch auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten.

Sollten im Zuge der Baumaßnahme Bereiche aufgeschlossen werden, in denen der Untergrund nur geringe Tragfähigkeiten besitzt, sind je nach Anforderung der verschiedenen Leitungssparten ggfs. entsprechende Auflager durch Bodenaustausch auszubilden. In diesen Bereichen sind je nach Anforderung der verschiedenen Leitungssparten unter Umständen entsprechende Auflager auszubilden. Auf die entsprechenden Vorschriften zur Ausbildung des Auflagers je nach Leitungssparte (z.B. DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, ATV-DVWK-A127) wird verwiesen. Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

Weiche Partien (nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche) sind mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes gut verdichtbares Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW) auszutauschen. Diese Trag- und Drainschicht dient zum Schutz des Planums und kann zur Entwässerung des Grabens herangezogen werden. Das eingebaute Material ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 vom anstehenden Boden zu trennen. Das Rohrauflager ist nachzuverdichten.

Gemäß der Aufschlussergebnisse ist im Bereich der Bohrungen RB 2, RB 3, Rad 2, Rad 3, Rad 4, sowie DPH 1, DPH 2 und DPH 3 in Tiefen bis ca. 1,90 m u AP mit weichen/ weich-steifen bzw. lockeren Böden zu rechnen (vergleiche Anlage 2). Sollte die Rohrsohle in diesen Höhen zum Liegen kommen ist ein Bodenaustausch für die Rohrgründung erforderlich. Bei der Rohrbettung ist auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten. Lockere Böden können eventuell nachverdichtet werden.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a und der Abdeckung c ergibt sich gemäß DIN EN 1610 wie folgt:



a ≥ 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen

bzw.

a ≥ 150 mm bei Fels oder Böden fester Konsistenz

c ≥ 100mm über Verbindung

bzw.

c ≥ 150mm über Rohrschaft

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b orientiert sich am Außendurchmesser OD und muss der statischen Berechnung entsprechen.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (verdichteter Schotter 0/56, mindestens 0,2 m mächtig) bzw. Magerbeton gegründet werden.

5.7 Anordnung von Sperrriegeln

Bei Wasserzutritten in Leitungsgräben müssen nach DWA-A 139 Maßnahmen vorgesehen werden, um die dränierende Wirkung des Rohrauflagers, der Leitungszone und der Kanalgrabenverfüllung zu unterbinden.

Leitungsgräben in Böden mit geringer Wasserdurchlässigkeit (bindige Böden) können in der Regel nicht wieder mit dem anstehenden Boden verfüllt werden, es werden dafür verdichtungsfähige Austauschböden verwendet. Diese haben i.d.R. eine wesentlich höhere Wasserdurchlässigkeit. Der Leitungsgraben wirkt dadurch wie eine Drainage und kann damit zu einer Beeinflussung der Grundwassersituation führen. Sollte es dadurch zum Absenken des Grundwasserspiegels kommen, können Setzungen an Bauwerken die Folge sein.

In solchen Bereichen sind an geeigneten Stellen Sperrriegel/Dichtriegel aus Beton oder bindigem Material anzuordnen. Sie müssen die Rohrauflagerschicht, die Leitungszone und die durchlässige Kanalgrabenverfüllung vollständig durchtrennen und an der Grabensohle sowie den Flanken in den anstehenden Boden einbinden. Die Ausführungshinweise des DWA-A 139 Merkblatts sind zu beachten.

Verlegte Drainagen zur Wasserhaltung während des Bauzustandes müssen auch durch die Sperrriegel unterbrochen werden.

6 Empfehlung zum Kanalgrabenverbau

Nach den Aufschlussergebnissen befindet sich das gesamte Projektgebiet eventuell im Bereich von Grund-, Schicht- oder Stauwasserbereich. Sollte kein Wasser angetroffen werde können die Gräben abgeböscht oder verbaut hergestellt werden.

Die Durchführung einer Beweissicherung vor Baubeginn ist generell zu empfehlen.

Innerhalb der Lockergesteine kommen vorrangig Gleitschienentafelverbausysteme (Linearverbaue) in Frage. Voraussetzung dafür ist die Grundwasserfreiheit, d.h., es werden je nach erforderlicher Baugrubentiefe vorlaufende Grundwasserhaltungen in Teilabschnitten erforderlich (Abb. 2B).

Bei Einsatz von Grabenverbausystemen im Lastabtragungsbereich von Verkehrswegen sind nur solche Systeme einzusetzen, bei denen nicht mit einer Auflockerung oder mit dem Nachgeben des anstehen Bodens zu rechnen ist. Nach DIN 4124 eignen sich hierzu z. B. Gleitschienen-Grabenverbauwände mit Stützrahmen oder Dielenkammer-Geräte. Vor dem Einsatz ist zu prüfen, ob die zu erwartende Erddruckbelastung vom Grabenverbau aufgenommen werden kann, die Stirnwände sind dabei nach DIN 4124 ebenfalls durch Verbau zu stützen.

Wird kann ein verformungsarmer Verbau hergestellt, ist dieser unter Berücksichtigung der erdstatischen Parameter der Tabelle 2 für den Erdruhedruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden (siehe auch Abschnitt 5.1).

Es können z. B. gleitschienengeführte Verbauplatten oder großformatige Verbautafeln Verwendung finden. Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschienensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist.

In der verbauten Baugrube gegebenenfalls anfallendes Grund-, Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** (z.B. einem Draingraben mit Pumpensumpf) ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Kanalgraben abzuleiten. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten. Bei einem stärkeren Wasserzufluss ist der Grabenverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird, da dies zu Sackungen und Setzungen führen kann.

Lücken im Verbau (z. B. im Bereich von Hausanschlüssen) sind mittels geeigneter Maßnahmen zu sichern. Es ist davon auszugehen, dass eine zusätzliche Entwässerung der Grabensohle durch eine mitgeführte Drainageleitung (PVC-Sickerstrang) nicht erforderlich wird.

Zur Herstellung der Leitungsgräben ist die DIN 4124 zu beachten! Für die weitere Planung und Ausführung ist die DIN EN 1610 mit ATV, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen sowie das Regelwerk ATV-DVWK-A139, Einbau und Prüfung von Kanälen zu beachten.

7 Hinweise zur Bauwerksabdichtung

Bezüglich der erforderlichen Bauwerksabdichtung sind die Angaben und Hinweise der neuen Abdichtungsnorm für erdberührte Bauteile DIN 18533-1 (Stand Juli 2017) zu beachten. Die neue Norm bietet Hilfestellungen zur Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Hinweise und detaillierte Erläuterungen zu Wasserbeanspruchungen, Riss- und Nutzungsklassen, Zuordnung verschiedener Abdichtungsbauarten sowie Verarbeitung sind Bestandteil der neuen Normenreihe.

Zur Festlegung der Abdichtungsbauarten ist die Wassereinwirkungsklasse **W 1.2-E** „nicht drückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten" bei überwiegend anstehenden wenig durchlässigen Böden der Bodengruppen **SU, SW, SU* und TL** ($k_f < 10^{-4}$ m/s) mit Dränung nach DIN 4095 anzunehmen.

Bei nicht vorhandener Dränvorflut bzw. bei Unterkellerung ist eine Abdichtung nach DIN 18533-1, Wassereinwirkungsklasse **W 2.1-E** „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe" anzunehmen. Oberflächenwasser sollte geordnet abgeleitet werden (siehe DIN 18533-1, Abschnitt 8).

Zur Auswahl der Abdichtungsbauart muss der Planer außerdem die planmäßige Rissaufweitung vorhandener Risse oder die zu erwartende Neurissbildung kennen. Dazu wurden in DIN 18533 vier Rissklassen definiert (R1-E bis R4-E), denen Rissüberbrückungsklassen (RÜ1-E bis RÜ4-E) der Abdichtungsstoffe zugeordnet sind. Ein weiterer relevanter Faktor für die Auswahl der Abdichtungsbauart ist die vorgesehene Nutzung des abzudichtenden Bauteils. Diese spiegelt sich in den drei Raumnutzungsklassen (RN1-E bis RN3-E) wider, die sich beispielsweise durch unterschiedliche Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft unterscheiden.

Alternativ können Kellergeschosse als „Weiße Wanne" ausgebildet werden, wobei die Bodenplatten und Außenwände als geschlossene Wannen aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 hergestellt werden. Für die Herstellung der Bauwerke wird auf die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton" des DAfStb verwiesen.

8 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

Hinweis:

Die nachfolgend dokumentierten Untersuchungsbefunde dienen lediglich als Grundlage zur Klärung der möglichen Entsorgungswege sowie etwaiger Verwertungsmöglichkeiten im Rahmen der Baumaßnahme bzw. zur Erstellung eines Leistungsverzeichnisses und Abschätzung der Entsorgungskosten. Auf Grundlage dieser Ersteinstufung ist im Regelfall keine Verwertung/Deponierung möglich.

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurden **-2-** Mischproben der aufgeschlossenen Böden erstellt und der AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg zur laborchemischen Untersuchung nach der „Ersatzbaustoffverordnung" Anhang 1 Tab. 3, BM/BG-0* übergeben. Der Prüfbericht Nr. 3428455 vom 10.07.2023 ist als Anlage 6 beigefügt.

Die Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Boden Mischproben EBS1 und EBS 2

Beschreibung	**EBS 1 bis 1,50 m**	**EBS 2 ab 1,50 m**
Probenart	Boden anstehend bis ca. 1,50 m u AP (Mittel)Sande, ± schluffig, ± feinsandig, schwach grobsandig z.T. schwach kiesig	Boden anstehend ab ca. 1,50 m u AP (Mittel)Sande, ± schluffig, ± feinsandig, schwach grobsandig z.T. schwach kiesig Tone, schluffig, sandig
Bewertung nach	Ersatzbaustoffverordnung Anhang 1 Tab. 3, BM/BG-0*	
Entnahme durch	ES/KM	
Entnahmedatum	13.06.2023	
Entnahmestelle	RB 1 / P1 bis P3 RB 2 / P2 RB 3 / P1 und P2 RB 4 / P2 Rad 1 und Rad 2 / P2 Rad 3 und Rad 4 / P2 und P3	RB 1 / P4 und P5 RB 2 / P3 und P4 RB 3 / P3 und P4
Befund	--	--
Beurteilung		
AVV	**17 05 04**	**17 05 04**
ErsatzbaustoffV	**BM-0**	**BM-0**

Bewertung:

Bei den untersuchten Mischproben **„EBS 1" und „EBS 2"** lagen alle Parameter unterhalb der Grenzwerte der Einbauklasse BM-0, weshalb das Bodenmaterial in die Einbauklasse BM-0 nach der ErsatzbaustoffV eingestuft werden kann.

Im Falle der Entsorgung können die Charge unter der Abfallschlüsselnummer **17 05 04** als **nicht gefährlicher Abfall** entsorgt werden.

Allgemeiner Hinweis:
An dieser Stelle ist der Hinweis angebracht, dass die Proben die Belastungssituation naturgemäß stichprobenartig wiedergeben. Sollten im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten bei den Erdstoffen bezüglich Zusammensetzung, Färbung, Geruch usw. auftreten, so ist unverzüglich der Gutachter zur abfallrechtlichen Deklaration hinzuzuziehen.

Wir empfehlen im Zuge der Baumaßnahme Haufwerke (á 250 m³) zu bilden und entsprechend zu deklarieren. Da es sich bei den durchgeführten Probenahmen und chemischen Untersuchungen nur um punktuelle Anhaltspunkte für eine Bewertung handelt können Abweichungen auf Ausbildung und Belastungsgrad nicht ausgeschlossen werden.

9 Versickerungseignung der anstehenden Böden

9.1 Allgemeines

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften, wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topographie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f-Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle von Muldenflächen sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

9.2 Ermittlung des k_f–Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17992-4

Neben den Feldversuchen erfolgte die Bestimmung des k_f-Wertes näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT. Zur näherungsweisen Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden wurde daher an **-3-** Bodenproben die Korngrößenverteilungen mittels kombinierter Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17992-4 bestimmt (s. Anlage 3).

Bei den genannten Bestimmungsverfahren sind verschiedene Gültigkeitsgrenzen zu beachten, zudem ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten ist. So sind die meisten Verfahren nur für sandig-kiesige Böden anwendbar (BEYER, HAZEN, SEELHEIM), haben in diesem Kornspektrum jedoch die höhere Aussagegenauigkeit.
Für bindige Böden steht nur das Verfahren nach MALLET/PAQUANT zur Verfügung – die Aussagegenauigkeit wird jedoch hier als mäßig eingestuft.

Tabelle 8: Gültigkeitsgrenzen

Hazen	U > 1	U < 5	d10 > 0,1	d10 < 0,5
Beyer	U > 1	U < 20	d10 > 0,06	d10 < 0,6
Seelheim	U < 5			

Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse der k_f-Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung

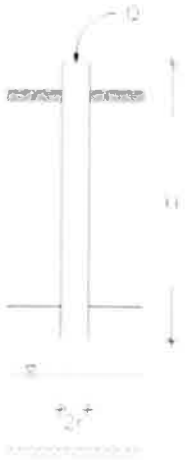
Versuch	Tiefe	Berechnungsmethode	Bodengruppe nach DIN 18196	k_f – Wert nach Laborversuch [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138	Bemessungs-k_f-Wert [m/s]
RB 1 / P 3	0,7 – 1,0	MALLET/PAQUANT	SU	$3{,}2 \cdot 10^{-5}$	0,2	$6{,}4 \cdot 10^{-6}$
RB 2 / P 4	0,2 – 0,8	MALLET/PAQUANT	SU*	$5{,}1 \cdot 10^{-6}$	0,2	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$
Rad 2 / P 2	0,6 – 1,0	MALLET/PAQUANT	SU	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$	0,2	$3{,}6 \cdot 10^{-6}$

9.3 Ermittlung des k_f–Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Projektgebiet **-1-** Schluckversuch, sog. Open-End-Test, **VS 1** bei der Bohrung RB 2 durchgeführt. Das Versuchsprotokoll liegt in Anlage 4 bei.

Der Open-End-Test ist ein vom U.S. Bureau of Reclamation (USBR) 1963 vorgestellter, unter stationären Bedingungen durchzuführender Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch, bei welchem, im Gegensatz zu anderen Verfahren, die infiltrierte Wassermenge bei konstanter Druckhöhe direkt in die Bestimmungsgleichung eingeht (vgl. Lexikon der Geowissenschaften 2016).



$$k = \frac{Q}{5.5 \bullet r \bullet H} \quad (m/s)$$

mit Q = Wasserzugabe (m^3/s)
r = Radius des Rohres (m)
H = konstante Druckhöhe (m)

Abb. 2: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei dem durchgeführten Versuch lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,25 m u GOK. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um schluffige, stark tonige bindige Sande der Bodengruppen SU* nach DIN 18196.

9.4 Interpretation der Ergebnisse

Der Feldversuch mit dem Open-End Test ergaben einen Durchlässigkeitsbeiwert von **k_f = 5,20 * 10^{-6} m/s.** Demnach sind die anstehenden Lockergesteinsböden für eine Versickerung nach diesem Regelwerk als **geeignet zu klassifizieren.**

Nach Beachtung des Korrekturfaktors bei der Korngrößenverteilung ergibt sich des Weiteren für den untersuchten Tiefenbereich ein k_f-Wert von **1,02 x 10^{-6} m/s bis 6,4 x 10^{-6} m/s**. Demnach sind die untersuchten Lockergesteinsböden nach DWA-A 138 im Bereich der Versickerungsfläche ebenfalls als **geeignet zu betrachten.**

Darüber hinaus gilt es folgendes zu beachten:
Sind die k_f-Werte nahe unterhalb des Grenzwertes von 1 x 10^{-6} m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen.

In der Regel ist eine Versickerung nur in unbelasteten Böden genehmigungsfähig.

Fazit

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden im Projektgebiet ist in der Größenordnung von >10^{-6} m/s anzusetzen. Gemäß dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 sind derartige Böden für eine Versickerung als geeignet zu erachten. Die Ergebnisse des Labor- und Feldversuches decken sich mit Literaturwerten für die erschlossenen Bodengruppen und sind daher als aussagekräftig anzusehen.

Allgemeine Hinweise

Versickerungsanlagen sind entsprechend groß zu dimensionieren, und die Einstautiefe ist möglichst groß zu wählen, so dass ein möglichst großes Rückhaltevolumen zur Verfügung steht. Durch eine angepasste Bepflanzung (Pflanzen mit hoher Wasseraufnahme) kann die Verdunstung durch Transpiration unterstützt werden. Durch den Bau von Pflanzstreifen mit Pflanzgranulat kann weiterhin ein zusätzliches ansetzbares Rückhaltevolumen ge-schaffen werden.

10 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

10.1 Erdplanum

Bei Erdarbeiten im Bereich von Verkehrswegen müssen die in der ZTV E-StB 17, Tabelle 4 genannten, bodenartspezifischen Verdichtungsanforderungen eingehalten werden. Es gelten somit folgende Verdichtungsanforderungen:

bindige Böden:	**Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 97\%$** **Luftporengehalt $n_a \leq 12$ %** Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten
nichtbindige Böden	**Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 100\%$** Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten **Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 98\%$** 1,0 m unter Planum bis Dammsohle

Gleichermaßen muss entsprechend den allgemeinen Richtlinien auf dem Planum von Verkehrswegen bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul **$E_{V2} \geq 45$ MN/m²** *dauerhaft* erreicht werden.

Es wird für die Verkehrsflächen von einer Tiefe des Erdplanums bei ca. 0,60 m unter der derzeitigen Geländeoberkante ausgegangen.
Im Bereich des Erdplanums sind nach den Aufschlussergebnissen im gesamten Projektgebiet Böden der Bodenklasse 3 und 4 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten.

Basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden muss davon ausgegangen werden, dass die zum Teil anstehenden bindigen Böden (Bodengruppen **TL und SU***) die Tragfähigkeitsanforderung **$E_{V2} \geq 45$ MN/m²** selbst bei optimalen Wassergehalten (erdfeuchter Zustand, mindestens steife Konsistenz) und ordnungsgemäßer Verdichtung nicht bzw. nicht dauerhaft erfüllen. Vielmehr sind auch bei optimalen Witterungsbedingungen und fachgerechter Bauausführung lediglich erzielbare Tragfähigkeiten in der Größenordnung $E_{V2} \approx 25$ MN/m² (- 35 MN/m²) zu erwarten.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 / ZTV E-StB 17 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung ein Bodenaustausch im Bereich des gesamten Projektgebietes mit grobkörnigem Material in einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 30 cm** ausgeführt werden.

Der Bodenaustausch ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 vom anstehenden Untergrund zu trennen. Falls keine Austauschmaßnahme notwendig sein sollte, ist dennoch die Frostschutzschicht durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 vom anstehenden Erdreich zu trennen, wenn die Filterstabilität nicht gewährleistet werden kann.

Bei Verwendung von grobkörnigem Bodenaustauschmaterial der Bodengruppen GW oder GI ist wie o.a. auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens 100 MPa erforderlich.

Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von $E_{V2} \approx 30$ MPa nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTV E, Bild 83)

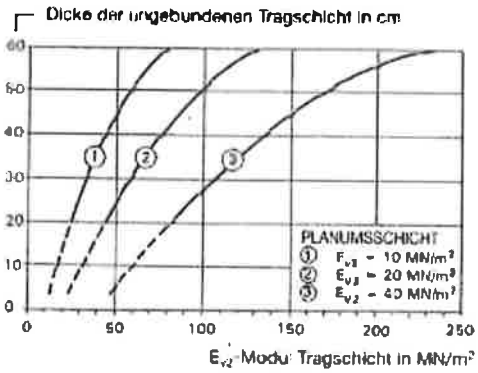


Bild 83: Verformungsmodul E_{V2} auf der Frostschutzschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum

von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 50 cm** zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 100$ MPa auszugehen.

Bei einem Untergrund bzw. Unterbau aus grobkörnigem Boden kann gemäß RStO die Frostschutzschicht entfallen, wenn

- der grobkörnige Boden bis zu einer ausreichenden Tiefe vorhanden ist und
- die Anforderungen gemäß ZTV SoB-StB hinsichtlich Verdichtungsgrad und Verformungsmodul erfüllt werden und
- das Grundwasser einen ausreichenden Abstand zum Planum hat.

Durch den erforderlichen Bodenaustausch wäre dies im vorliegenden Fall durch Verwendung von gebrochenem Hartgestein der Frostempfindlichkeitsklasse F1 der Bodengruppe GW möglich.

Zum Erreichen der bei Einstufung in die Belastungsklasse Bk1,0 bei einer Bauweise mit Asphaltdecke (Straße) erforderlichen Anforderungen gemäß ZTV SoB-StB (**$E_{v2} \geq 120$ MPa**) wäre die Stärke des Bodenaustauschs gemäß o.a. Abbildung auf ca. 60 cm zu erhöhen. Wir empfehlen einen zweischichtigen Aufbau, untere Lage Lieferkörnung 0/56, obere Lage Lieferkörnung 0/32.

Alternativ zu einem Bodenaustausch besteht die Möglichkeit einer **Bodenverbesserung durch Einfräsen von Bindemitteln** zur Erhöhung der Tragfähigkeit. Diese Variante stellt bei hinreichend großen Losgrößen und nicht staubsensibler Umgebung erfahrungsgemäß das wirtschaftlichere Verfahren dar. Dabei ist von einer erforderlichen **Einfrästiefe von 40 cm** auszugehen. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

Bei den im Planumsbereich zu verbessernden tonig-schluffigen Böden der Bodengruppen TL, SU* nach DIN 18196 sind basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben insbesondere **Kalk-Zement-Mischbinder mit Mengenanteilen von 50 % Kalk und 50 % Zement (chromarmer Zement!)** als geeignetes Bindemittel zu beurteilen (z. B. Dyckerhoff Varilith FF). Dabei ist bei derzeitigem Kenntnisstand von einer erforderlichen Bindemittelzugabe von **ca. 2 – 4 M.-%** bei einer **Einfrästiefe des Bindemittels von 35 – 40 cm** auszugehen.

Bei der sog. „**qualifizierten Bodenverbesserung**" (vgl. ZTV E-StB 17) von feinkörnigen und gemischtkörnigen Böden mit einer Schichtdicke von *mindestens* 25 cm kann der Untergrund bzw. Unterbau in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden. Als Ausgangswerte für die Bemessung der *Mindestdicke* des frostsicheren Straßenaufbaus können dabei die Angaben für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 gemäß Tabelle 6 der RStO 12 verwendet werden, wenn auf dem Planum ein

Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70$ MN/m²

nachgewiesen wird.

Bei der „qualifizierten Bodenverbesserung" darf die **Bindemittelmenge 3 M.-%** nicht unterschreiten. Sie ist darüber hinaus mittels einer im Vorfeld durchzuführenden **Eignungsprüfung** so zu bemessen, dass nach 28 Tagen Lagerung und Prüfung gemäß TP BF-StB Teil B 11.5 eine **einaxiale Druckfestigkeit ≥ 0,5 N/mm²** erreicht wird.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, die erreichbaren Tragfähigkeiten zu Beginn der Baumaßnahme mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 auf entsprechend angelegten Testfeldern (nachverdichtetes Planum) zu überprüfen, um gegebenenfalls die lokal erforderlich werdenden zusätzliche Maßnahmen festlegen zu können.
Da die Verdichtbarkeit der anstehenden Böden wesentlich von ihrem Wassergehalt abhängt, ist das Erfordernis derartiger Zusatzmaßnahmen generell stark witterungsabhängig.

Das Erdplanum ist generell mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTV E-StB 17 herzustellen, und es ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten.

Der Verdichtungsgrad und die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen.

11 Qualitätssicherung

Für die durchzuführenden Erdarbeiten wird empfohlen, folgende Prüfungen vorzunehmen:

- Abnahme der Grabensohle im Bereich der geplanten Kanaltrasse durch einen geotechnischen Sachverständigen
- Prüfung des Verdichtungsgrades der Leitungs- sowie der Verfüllzonen (je Haltung ein Versuch/je eingebauter Lage), bei Bauwerken Prüfung der Hinterfüllbereiche mittels Rammsondierungen
- Die Eignung von Bodenaustauschmaterial, Verfüllsanden und Hartsteinmaterial für Frostschutzschichten bzw. Schottertragschichten ist durch die Bestimmung von Korngrößenverteilungen nachzuweisen. Die Körnungslinien müssen den Anforderungen der ZTV E-StB bzw. der TL SoB-StB entsprechen.
- Für die Verwendung von mineralischen Abfällen (Boden) als Bodenaustauschmaterial oder Verfüllsand sind Deklarationsanalysen nach den entsprechenden Vorschriften vorzulegen bzw. anfertigen zu lassen.
- Es sind Tragfähigkeitskontrollen auf dem Planum und den ungebundenen Tragschichten mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 durchzuführen (im Bereich des Kanalbaus ein Versuch je Haltung und Schicht, im Bereich des Straßenbaus ein Versuch je angefangene 1000 m², mindestens aber je 100 m und mindestens 2 Prüfungen).
- Im Bereich von ungebundenen Tragschichten ggfs. ergänzende Prüfung des Verdichtungsgrades mittels direkter Verfahren

- Nachweis der Eignung der Geotextilien (Flächengewicht, Stempeldurchdrückkraft) nach Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, (M Geok E), Ausgabe 2016 (FGSV-Nr. 535)

12 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.
Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlauslegung ist der Gutachter heranzuziehen.

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH

Beratender Geowissenschaftler BDG Bundesverband Deutscher Geowissenschaftler e.V. Frank Neumann

Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

gez.
Yvonne Hinz
(Dipl. Geologin)

ICP mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: 06374-80507-0
Fax: 06374-80507-7

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: B23094

Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung RB 1 / Blatt: 1 Höhe: 289,72 m üNN

Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.20	a) Sand, schwach schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P1	0.20
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
1.00	a) Sand, schwach schluffig				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P2	1.00
	b) mäßig locker gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
1.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach kiesig, schwach grobsandig				DN 60; sehr feucht - naß	bp3	P3	1.40
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) rot - grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
2.20	a) Sand, schwach schluffig				DN 60; sehr feucht	bp3	P4	2.20
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo	e) rot					
	f)	g)	h) SU	i)				
2.60	a) Sand, schwach kiesig, schwach schluffig				DN 60; sehr feucht - naß, Bohrstillstand; kein Wasser messbar	bp3	P5	2.60
	b) sehr dicht gelagert							
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) rot					
	f)	g)	h) SW	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: 06374-80507-0
Fax: 06374-80507-7

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: B23094

Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung RB 2 / Blatt: 1 Höhe: 289,10 m üNN

Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.20	a) Sand, schluffig, humos, Wurzel, Gras				DN 80; sehr feucht - naß	bp3	P1	0.20
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelgrau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
1.50	a) Sand, stark tonig, schluffig				DN 60; feucht - sehr feucht	bp3	P2	1.50
	b)							
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
2.20	a) Ton, schluffig, sandig				DN 60; feucht	bp3	P3	2.20
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) grau					
	f)	g)	h) TL	i)				
3.00	a) Sand, schluffig, schwach kiesig				DN 60; feucht, Zieltiefe; kein Wasser messbar	bp3	P4	3.00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) rot					
	f)	g)	h) SU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: 06374-80507-0
Fax: 06374-80507-7

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: B23094

Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung RB 3 / Blatt: 1 Höhe: 290,30 m üNN

Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.15	a) Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P1	0.15
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
0.80	a) Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, Wurzeln				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P2	0.80
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) SU*	i)				
1.50	a) Sand, schwach schluffig				DN 60; feucht	bp3	P3	1.50
	b) mäßig locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) braun					
	f)	g)	h) SU	i)				
1.90	a) Sand, stark schluffig, tonig				DN 60	bp3	P4	1.90
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) gelb - grau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
3.00	a) Sand, schwach schluffig				DN 60; feucht, Zieltiefe; kein Wasser messbar	bp3	P5	3.00
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) rot					
	f)	g)	h) SU	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: 06374-80507-0
Fax: 06374-80507-7

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: B23094

Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung Rad 1 / Blatt: 1 Höhe: 289,72 m üNN

Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.20	a) Sand, schwach schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P1	0.20
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
1.00	a) Sand, schwach schluffig				DN 80; sehr schwach feucht, Zieltiefe, kein Wasser messbar	bp3	P2	1.00
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: B23094 Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung Rad 2 / Blatt: 1 Höhe: 289,10 m üNN Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.20	a) Sand, schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80; schwach feucht, Zieltiefe, kein Wasser messbar	bp3	P1	0.20
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelgrau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
1.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig				DN 80; schwach feucht, Zieltiefe, kein Wasser messbar	bp3	P2	1.00
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b	e) grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel.: 06374-80507-0
Fax: 06374-80507-7

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bericht: B23094

Anlage: 1

Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung Rad 3 / Blatt: 1 Höhe: 290,30 m üNN

Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.10	a) Sand, schwach schluffig, humos				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P1	0.10
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
0.60	a) Sand, schluffig				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P2	0.60
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
1.00	a) Sand, schluffig				DN 80; sehr schwach feucht - schwach feucht, Zieltiefe, kein Wasser messbar	bp3	P3	1.00
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: B23094 Anlage: 1

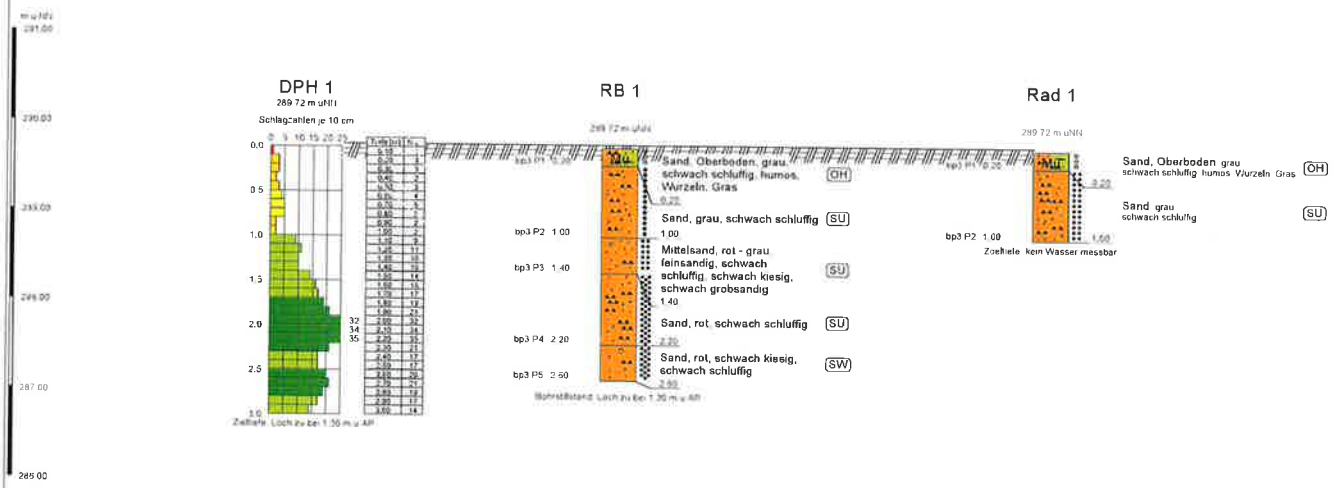
Vorhaben: NBG Mehlingen

Bohrung **Rad 4** / Blatt: 1 Höhe: 290,35 m üNN Datum: 13.06.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.25	a) Sand, schwach schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80; sehr schwach feucht	bp3	P1	0.25
	b) locker gelagert							
	c)	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f) Oberboden	g)	h) OH	i)				
0.60	a) Sand, schluffig, Wurzeln				DN 80; schwach feucht - feucht	bp3	P2	0.60
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU*	i)				
1.00	a) Sand, schwach schluffig				DN 80; schwach feucht - feucht, Zieltiefe, kein Wasser messbar	bp3	P3	1.00
	b) mäßig locker gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) SU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.06.2023) bei der Sondierung DPH 1, der Bohrungen RB 1 und Rad 1 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Für größere Tiefen kann wegen Zufallens des Bohr- bzw. Sondierloches keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.



Legende DPH

- breiig / sehr locker
- weich / locker
- steif / mitteldicht
- halbfest / dicht
- fest / sehr dicht

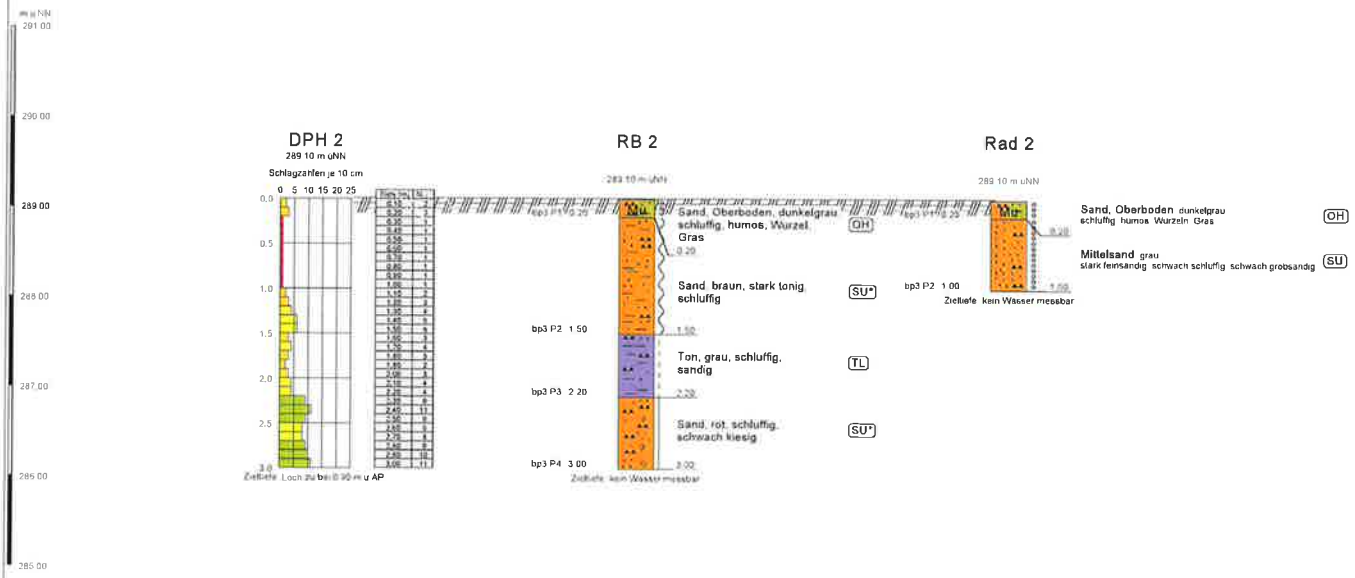
Legende RB

- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht
- Mittelsand (mS)
- Sand (S)
- Schluff (U)

ICP
Am Trankwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Projekt OG Mehlbach, B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"	Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: B23094
Rammdiagramme / Bohrprofil	Dat.: 13.06.2023
Höhenmaßstab: 1 : 40	Bearb.: YH

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.06.2023) bei der Sondierung DPH 2 und den Bohrungen RB 2 und Rad 2 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Für größere Tiefen kann wegen Zufallens des Sondierloches keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.



Legende DPH

- breiig / sehr locker
- weich / locker
- steif / mitteldicht
- halbfest / dicht
- fest / sehr dicht

Legende RB

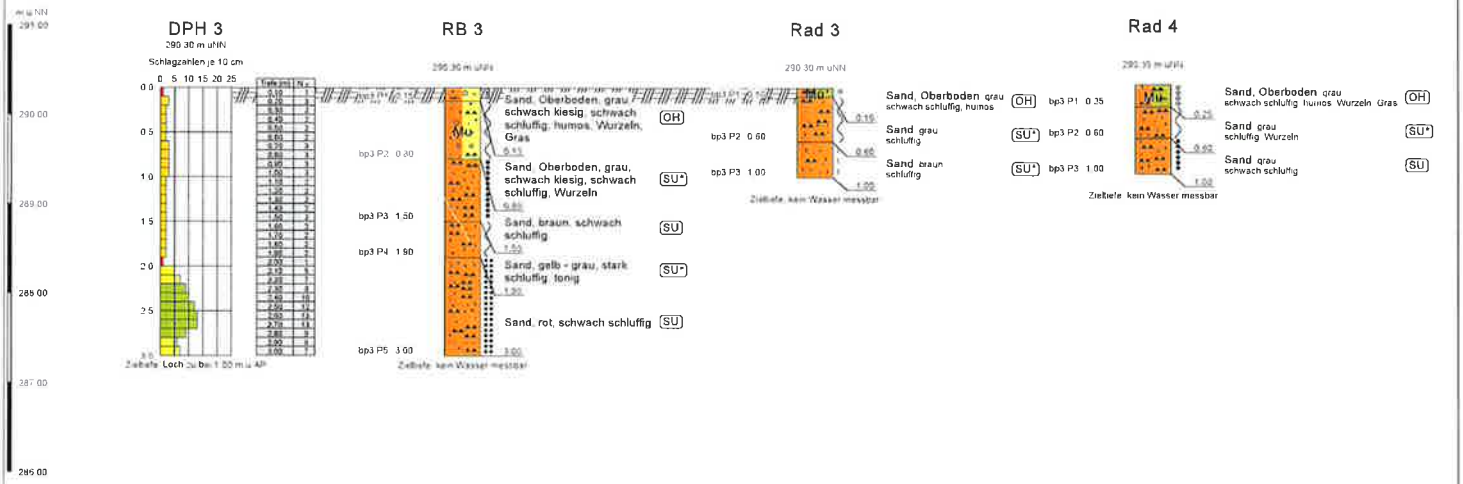
- halbfest
- steif
- weich
- locker

- Mittelsand (mS)
- Sand (S)
- Schluff (U)
- Ton (T)

ICP
Am Tannenwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Projekt OG Mehlbach, B-Plan Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung		Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: B23094
	Rammdiagramme / Bohrprofil	Dat.: 13.06.2023
	Höhenmaßstab: 1: 40	Bearb. YH

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (13.06.2023) bei der Sondierung DPH 3 und den Bohrungen RB 3, Rad 3 und Rad 4 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Für größere Tiefen kann wegen Zufallens des Sondierloches keine Aussage über die Wasserspiegelhöhe getroffen werden.



Legende DPH

- breiig / sehr locker
- weich / locker
- steif / mitteldicht
- halbfest / dicht
- fest / sehr dicht

Legende RB

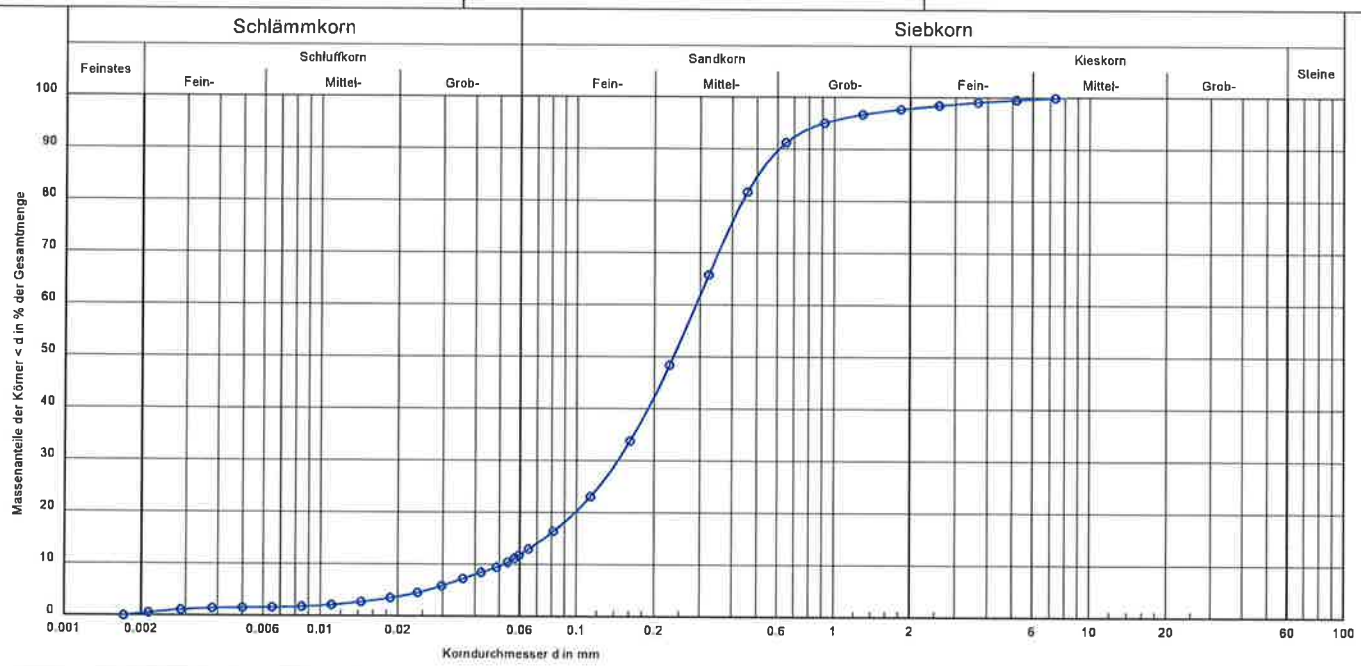
- steif
- weich
- locker
- mitteldicht
- dicht

- Kies (G)
- Sand (S)
- Schluff (U)

Ingenieurgesellschaft Prof. Grunau und Partner mbH
ICP
Am Triftenweiß 27
97688 Bad Kissingen
Tel. (09374) 80507-0 Fax 80507-7

Projekt: OG Mehlbach, B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"	Anlage 2.3
	zu Bericht Nr.: B23084
Rammdiagramme / Bohrprofil	Dat.: 13.06.2023
Höhenmaßstab: 1: 40	Bearb.: YH

ICP - Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Bearbeiter: Pranatyo Datum: 04.07.2023	**Körnungslinie** **VGV E-A** B-Plan Niedermehlingen Pfad, OG Mehlingen	Prüfungsnummer B23094 Probe entnommen am: 13.06.2023 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Sieb-Schlämmanalyse



Bezeichnung:	Rad2/P2
Tiefe:	0,40 - 1,00 m
Bodenart:	mS, fs, u', gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$1.8 * 10^{-5}$
U/Cc:	5.6/1.4
Bodengruppe:	SU
T/U/S/G [%]:	0.4/11.5/86.1/2.1
Frostempfindlichkeitsklasse	F1

Bemerkungen:

Wassergehalt: 23,4 M.-%

Feinkornanteil: 11,9 M.-%

Bericht: B23094

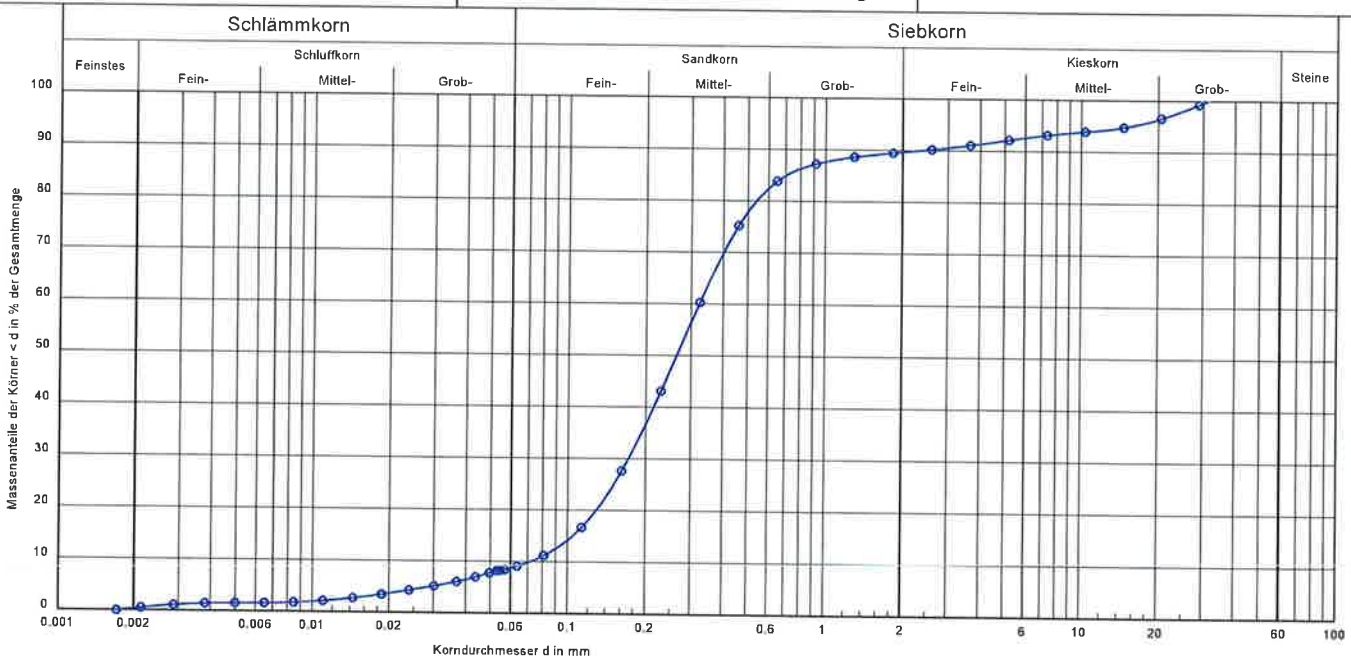
Anlage: 3.1

ICP - Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Bearbeiter: Pranatyo Datum: 04.07.2023

Körnungslinie
VGV E-A
B-Plan Niedermehlingen Pfad, OG Mehlingen

Prüfungsnummer: B23094
Probe entnommen am: 13.06.2023
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb-Schlämmanalyse

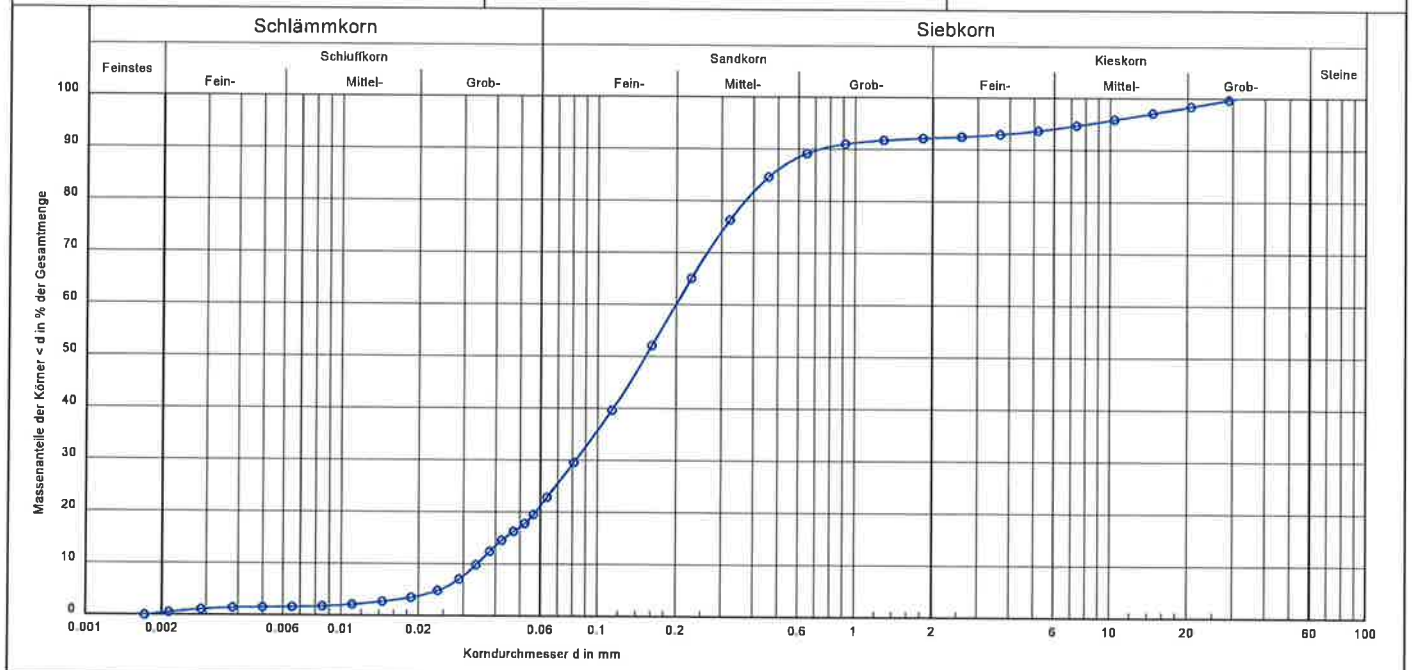


Bezeichnung:	RB1/P3
Tiefe:	1,00 - 1,40 m
Bodenart:	mS, fs, u', g', gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$3,2 * 10^{-5}$
U/Cc:	4,5/1,3
Bodengruppe:	SU
T/U/S/G [%]:	0,4/8,3/81,0/10,3
Frostempfindlichkeitsklasse:	F1

Bemerkungen:
Wassergehalt: 16,4 M.-%
Feinkornanteil: 8,7 M.-%

Bericht: B23094
Anlage: 3.2

ICP - Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Am Tränkwald 27 67686 Rodenbach Bearbeiter: Pranatyo Datum: 04.07.2023	**Körnungslinie** **VGV E-A** B-Plan Niedermehlingen Pfad, OG Mehlingen	Prüfungsnummer: B23094 Probe entnommen am: 13.06.2023 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Sieb-Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RB2/P4
Tiefe:	2,20 - 3,00 m
Bodenart:	S, u, g'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$5,1 * 10^{-5}$
U/Cc:	5,9/1,0
Bodengruppe:	SU*
T/U/S/G [%]:	0,4/20,8/71,1/7,7
Frostempfindlichkeitsklasse	F3

Bemerkungen:

Wassergehalt: 12,7 $M_{\cdot}$-%

Feinkornanteil: 21,2 $M_{\cdot}$-%

Bericht: B23094
Anlage: 3.3

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda u. Partner mbH
Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach
Tel. 06374 / 80507-0 Fax 80507-7

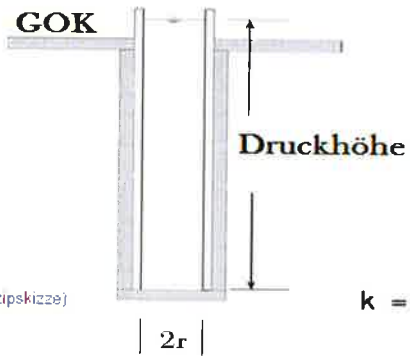
Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden

Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

Open-End-Test
(nach USBR Earth-Manual 1974)

Anlage 4

Projekt:	OG Mehlingen B-Plan "Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"				
Projektnummer:	B23094				
Ausgeführt am, durch:	13.06.2023			ES/KM	
Messstelle:	VS1				
Versickerungstiefe u GOK [m]	1,25				
Druckhöhe H [m]	2	Innenradius Prüfrohr r [m]			0,034
Versickerungszeit [s]	1800				
Versickerungsmenge	1750	[ml]	<=>	0,00175	[m³]
Wasserzugabe Q [m³/s]	0,972	[ml/s]	<=>	9,72222E-07	[m³/s]



(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

$$k = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot H}$$

mit
k = Infiltrationsrate [m/s]
Q = Wasserzugabe [m^3/s]
r = Radius [m]
H = konstante Druckhöhe [m]

k_f [m/s]	**2,60E-06**
Bemessungswert kf [m/s] (Faktor 2)	**5,20E-06**

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda u. Partner mbH
Am Tränkwald 27, 67688 Rodenbach
Tel. 06374 / 80507-0 Fax 80507-7

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden

Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 - GL

Bauvorhaben:	VGV E-A B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen	Projekt: B23094 Anlage 5
Messung am:	19.06.2023	
Prüfer:	Pranatyo	
Bemerkungen:		

Prüfungsnummer		GL-1	GL-2	
Entnahmestelle:		RB3	RB2	
Probenbezeichnung:		P4	P2	
Entnahmetiefe:		1,50 - 1,90 m	0,20 - 1,50 m	
Bodenart:		S,u*,t	S,u,t*	
nat. Wassergehalt		17,0%	20,0%	
Glühzeit 550°C		4 h	4 h	
		Bestimmung des Glühverlustes		
Teilprobe 1				
Tara T	[g]	24,22	23,30	
Einwaage m(d)+T	[g]	45,52	43,09	
Auswaage m(gl)+T	[g]	45,24	42,10	
m(d)	[g]	21,30	19,79	
m(gl)	[g]	21,02	18,80	
V(gl)	[%]	**1,31%**	**5,00%**	
		Bestimmung des Glühverlustes		
Teilprobe 2				
Tara T	[g]	26,64	26,65	
Einwaage m(d)+T	[g]	47,28	46,95	
Auswaage m(gl)+T	[g]	47,01	45,94	
m(d)	[g]	20,64	20,30	
m(gl)	[g]	20,37	19,29	
V(gl)	[%]	**1,31%**	**4,98%**	
		Bestimmung des Glühverlustes		
Teilprobe 3				
Tara T	[g]	23,52	26,05	
Einwaage m(d)+T	[g]	44,55	46,85	
Auswaage m(gl)+T	[g]	44,23	45,86	
m(d)	[g]	21,03	20,80	
m(gl)	[g]	20,71	19,81	
V(gl)	[%]	**1,52%**	**4,76%**	
Mittelwert V(gl)	**[%]**	**1,38%**	**4,91%**	

Grenzwerte nach DIN 1054: V(gl) < 3% für nichtbindige , V(gl) < 5 % für bindige Böden

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

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

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
Yvonne Hinz
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag	**3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr.	**868556** Bodenmaterial/Baggergut
Probeneingang	**20.06.2023**
Probenahme	**13.06.2023**
Probenehmer	**Auftraggeber (ES/KM)**
Kunden-Probenbezeichnung	**EBS1**

Feststoff

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.		Methode
Analyse in der Gesamtfraktion					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	* **6,40**	0,001		DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	* **90,7**	0,1		DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Wassergehalt	%	* **9,3**			Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	**0,14**	0,1		DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	**<0,30**	0,3		DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	**2,7**	0,8		DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	**18**	2		DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	**<0,13**	0,13		DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	**9**	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	**11**	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	**6**	1		DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	**0,13**	0,05		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	**0,2**	0,1		DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	**78**	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
Fluoranthen	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	**<0,010 (NWG)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg	**<0,010 (NWG)**	0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	**<0,050 (+)**	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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag **3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr. **868556** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **EBS1**

	Einheit	Ergebnis		Best.-Gr.		Methode
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	**<0,050 (+)**		0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	**<1,0** *x)*		1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	**<1,0** *#5)*		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. BBodSchV 2021	mg/kg	**<0,010** *x)*		0,01		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	**<0,010** *#5)*		0,01		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm						DIN 19529 : 2009-01
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 : 2009-01
Temperatur Eluat	°C	**25,6**		0		DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		**8,3**		0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	**31**		10		DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	**<2,0**		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	**6**		5		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	**<0,5**		0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	**<3**		3		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	**0,058**		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	**<30**		30		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	**52**		0,1		DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (101)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (28)	µg/l	**<0,0010 (+)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	**<0,0030** *x)*		0,003		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**<0,0030** *#5)*		0,003		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	**<0,10** *m)*		0,1		DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	**0,037**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	**0,048**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
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

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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL 14289 01 00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag **3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr. **868556** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **EBS1**

	Einheit	Ergebnis		Best.-Gr.		Methode
Fluoren	µg/l	**<0,010 (+)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	**<0,060** *m)*		0,06		DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	**<0,010** *m)*		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthen	µg/l	**0,029**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	**0,023**		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	**<0,020** *m)*		0,02		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	**<0,020** *m)*		0,02		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	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	**<0,010** *m)*		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	µg/l	**<0,010** *m)*		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	**<0,010** *m)*		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	**0,085** *x)*		0,05		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**0,14** *#5)*		0,05		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	**0,052** *x)*		0,05		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**0,14** *#5)*		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 Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.
Das Zeichen "<....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.
Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

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

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

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

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstelle Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

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

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstelle 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 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstelle Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum	10.07.2023
Kundennr.	27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag	**3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr.	**868556** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung	**EBS1**

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 360 g Trockenmasse +/- 5g mit 720 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.

Beginn der Prüfungen: 20.06.2023
Ende der Prüfungen: 07.07.2023

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. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

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

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

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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14789-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

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

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
Yvonne Hinz
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag	**3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr.	**868557** Bodenmaterial/Baggergut
Probeneingang	**20.06.2023**
Probenahme	**13.06.2023**
Probenehmer	**Auftraggeber (ES/KM)**
Kunden-Probenbezeichnung	**EBS2**

Feststoff

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion				DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	* **5,00**	0,001	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	* **87,8**	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Wassergehalt	%	* **12,2**		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	**<0,1**	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
EOX	mg/kg	**<0,30**	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	**2,4**	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	**4**	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	**<0,13**	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	**18**	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	**4**	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	**10**	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	**<0,05**	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	**0,2**	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	**15**	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	**<0,050 (+)**	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	**<0,050 (+)**	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	**<0,010 (NWG)**	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen	mg/kg	**<0,050 (+)**	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	**<0,050 (+)**	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)fluoranthen	mg/kg	**<0,010 (NWG)**	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	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)perylen	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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag **3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr. **868557** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **EBS2**

	Einheit	Ergebnis		Best.-Gr.		Methode
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	**<0,010 (NWG)**		0,05		DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	**<1,0** x)		1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	**<1,0** #5)		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. BBodSchV 2021	mg/kg	**<0,010** x)		0,01		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	**<0,010** #5)		0,01		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm						DIN 19529 : 2009-01
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 : 2009-01
Temperatur Eluat	°C	**24,7**		0		DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		**7,8**		0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	**21**		10		DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO4)	mg/l	**3,5**		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	**<5**		5		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	**<0,5**		0,5		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	**<3**		3		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	**0,026**		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	**<30**		30		DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	**200**		0,1		DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (101)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (28)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	**<0,00030 (NWG)**		0,001		DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	**<0,0030** x)		0,003		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**<0,0030** #5)		0,003		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	**0,055**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	**0,016**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	**0,026**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthylen	µg/l	**<0,0030 (NWG)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	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 " *) " gekennzeichnet

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum 10.07.2023
Kundennr. 27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag **3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr. **868557** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **EBS2**

	Einheit	Ergebnis		Best.-Gr.		Methode
Fluoren	µg/l	**<0,010 (+)**		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
Fluoranthen	µg/l	**<0,010 (+)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	**<0,010 (+)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	**<0,0030 (NWG)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	**<0,010 (+)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	**<0,0030 (NWG)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	**<0,0030 (NWG)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	**<0,010 (+)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	**<0,0030 (NWG)**		0,01		DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylen	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. BBodSchV 2021	µg/l	**0,097**		0,05		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**0,097** *#5)*		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
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	**<0,050** *#5)*		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.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.
Das Zeichen "<....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.
Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

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

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

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

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstelle Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

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

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstelle 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 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstelle Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

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

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

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

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

AGROLAB Labor GmbH

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

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Datum	10.07.2023
Kundennr.	27068630

PRÜFBERICHT

Auftrag	**3428455** B23094 B-Plan Niedermehlinger Pfad, OG Mehlingen
Analysennr.	**868557** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung	**EBS2**

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 360 g Trockenmasse +/- 5g mit 720 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.

Beginn der Prüfungen: 20.06.2023
Ende der Prüfungen: 08.07.2023

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. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

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

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

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

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

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

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14289-01-00

ALTRAC · D.-Viehmann-Str. 28 · 12524 Berlin

Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

ALTRAC Radon-Messtechnik
Inhaber: Dr.rer.nat. Andreas Guhr
FB Forschung und Entwicklung
Dorothea-Viehmann-Str. 28
D-12524 Berlin
Tel.: (030) 67 98 97 37
Fax: (030) 67 80 18 86
eMail: info@altrac.de
www.altrac.de

Prüfbericht der Bestimmung der Radonkonzentration – Ortsbezogene Messungen
Serien-Nummer 12-09-23.1

Messgerät Nr.	im Zeitraum	t_{exp} [h]	P_{Rn} [MBq·h/m³]	c_{Rn} [Bq/m³]	Expositionsort
					B23094 OG Mehlbach
					Bodenluft
EJ1785	13.06.23 - 26.07.23	1037	1,523	<5000	Rad 1
EJ1784	13.06.23 - 26.07.23	1037	0,069	<5000	Rad 2
EJ1786	13.06.23 - 26.07.23	1037	0,805	<5000	Rad 3
EJ1787	13.06.23 - 26.07.23	1037	0,920	<5000	Rad 4

t_{exp} Expositionsdauer
P_{Rn} Radon-222-Exposition (Produkt aus c_{Rn} und t_{exp})
c_{Rn} mittlere Radon-222-Konzentration

Die in der Tabelle angegebenen Werte der Radonkonzentration sind repräsentativ für den bezeichneten Messzeitraum. Die Angabe der Messergebnisse erfolgt ohne Berücksichtigung der Messunsicherheit. Die Ausgabe der Messergebnisse erfolgte unter der Voraussetzung, dass die zu den Messungen gegebenen Hinweise, insbesondere die Informationen zur Aufstellung der Messgeräte, eingehalten wurden. Die Zuordnung des jeweiligen Messgerätes zu Expositionszeit und –ort entspricht den Angaben des Anwenders. Deren Richtigkeit kann durch ALTRAC nicht geprüft werden.

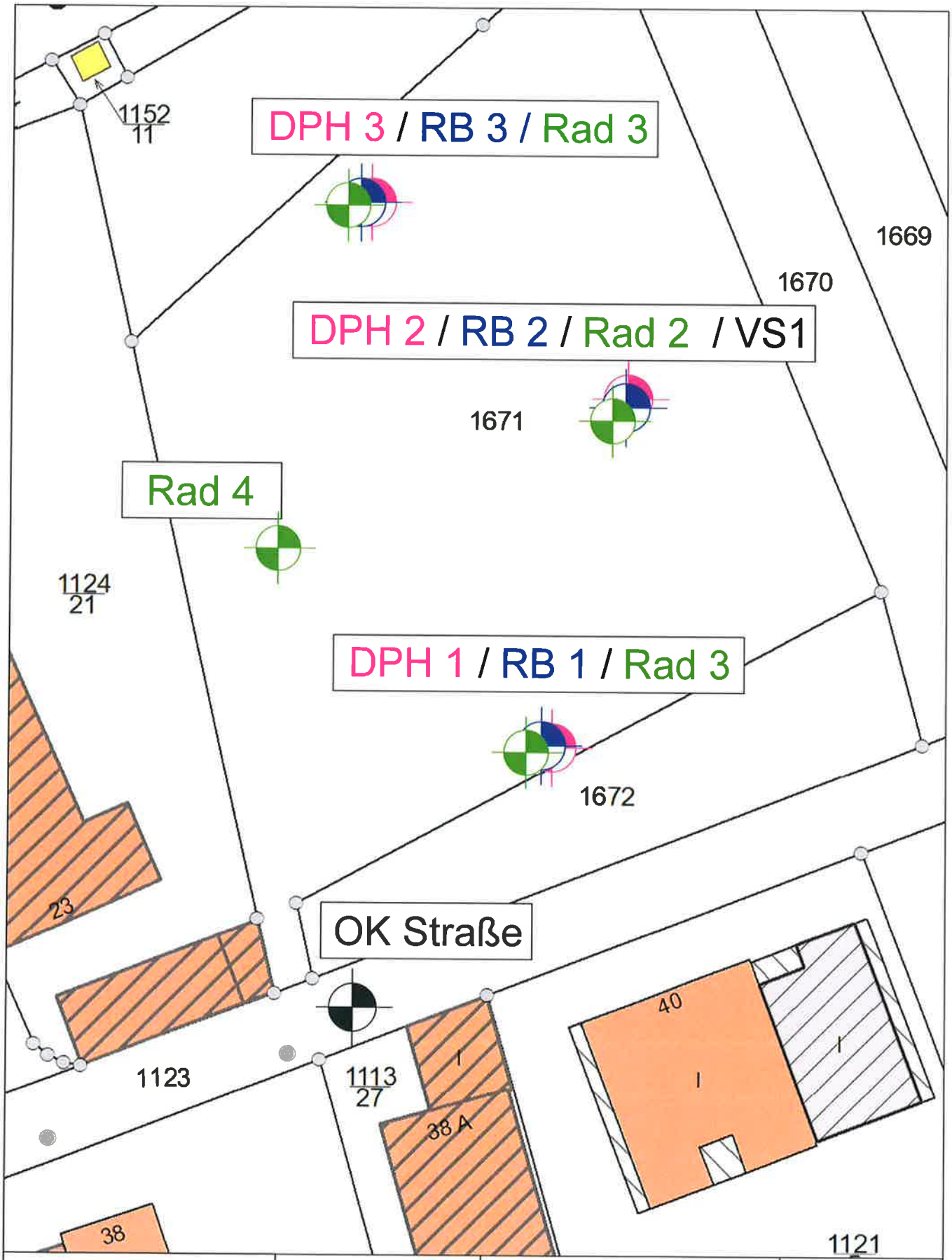
40.000 Bq/m³ in einem Meter Tiefe im Erdreich ist ein empirisch festgestellter Wert, ab dem Radonfachleute Schutzmaßnahmen empfehlen. Bei Werten >100.000 Bq/m³ werden noch umfangreichere Schutzmaßnahmen empfohlen.

Dieser Prüfbericht ist ausnahmslos als Ganzes zu handhaben und darf nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Hinweis zum Datenschutz: Die erhobenen Daten wurden nur zur Bearbeitung dieses Prüfauftrages verwendet. Eine Veröffentlichung oder Weitergabe der Daten und Prüfergebnisse an Dritte erfolgt nicht.

Laborleiter Dr. Andreas Guhr

12. September 2023
Datum der Prüfung



Legende:

DPH	Schwere Rammsondierung
RB	Kleinrammbohrung (80/60/50)
Rad	Radon
OK Straße	Oberkante Straße

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach
Tel. (06374) 80507-0 Fax 80507-7

Projekt:
OG Mehlbach - B-Plan
"Niedermehlinger Pfad / Im Sand, III. Änderung"

Baugrunduntersuchung

Lageplan (schematisch)

Anlage: 8

zu Bericht Nr.: B23094

Dat.: 13.06.2023

Bearb.: Y. Hinz