



**PROJEKT**

**Neubau Technikgebäude  
Freibad Waldmohr**



**AUFTRAG**

**Baugrunduntersuchung und  
Geotechnischer Bericht**



**PROJEKTLEITER  
SACHBEARBEITER**

Dipl.-Ing. Andreas Metzger  
Dipl.-Ing. Kai Merz



**AUFTRAGGEBER**

Verbandsgemeinde Oberes Glantal  
Rathausstraße 8  
66904 Schönenberg-Kübelberg

. Ausfertigung vom 13. Januar 2022

AZ: P21182\...\GB1\_220113



Peschla + Rochmes GmbH  
Hauptsitz Kaiserslautern  
Hertelsbrunnenring 7  
67657 Kaiserslautern  
Tel.: +49(0)631/3 41 13-0  
E-Mail: [info@gpr.de](mailto:info@gpr.de)  
Internet: [www.gpr.de](http://www.gpr.de)  
Sitz der Gesellschaft:  
Kaiserslautern  
Amtsgericht Kaiserslautern:  
HRB 3029

## INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
<b>1. VORGANG</b>	<b>8</b>
<b>2. LAGE, ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN, GEOLOGIE</b>	<b>9</b>
<b>3. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM</b>	<b>11</b>
<b>4. ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN</b>	<b>13</b>
4.1 Bodenaufbau	13
4.2 Grundwasser	15
4.3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	15
4.4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, orientierende Abfalleinstufung und resultierende Verwertung/Entsorgung	17
4.5 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostklassen, Homogenbereiche	19
4.6 Bodenkennwerte	21
<b>5. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE, BAUWERKSGRÜNDUNG, BAUBETRIEBLICHE HINWEISE</b>	<b>22</b>
5.1 Allgemeines	22
5.2 Bauwerksgründung	22
5.2.1 Tiefgründung als Brunnengründung	23
5.2.2 Tiefgründung als Pfahlgründung	24
5.2.3 Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731 (Rütteldruckverdichtung/Rüttelstopfverdichtung)	24
5.3 Baubetriebliche Hinweise	25
<b>6. SCHLUSSBEMERKUNG</b>	<b>26</b>

## **ANLAGEN**

- 1      Lageplan mit Aufschlusspunkten**  
M 1:200
- 2      Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile (RKS 1 – RKS 3)**  
Blatt 1 – 7
- 3      Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 3)**  
Blatt 1 – 3
- 4      Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**
  - 4.1    Bestimmung der Korngrößenverteilung, Blatt 1 – 3
  - 4.2    Bestimmung der Zustandsgrenzen (Plastizität), Blatt 1 – 2
  - 4.3    Bestimmung des Glühverlustes, Blatt 1 – 2
- 5      Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen an Bodenproben**
  - 5.1    Untersuchung von Bodenproben nach LAGA TR Boden, Blatt 1 – 6
  - 5.2    Untersuchung des Grundwassers auf Betonaggressivität, 1 Blatt

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Übersichtslageplan mit Projektstandort, Auszug aus LANIS [3] .....	9
Abbildung 2:	Vorgesehener Standort des neuen „Technikgebäudes“; unmittelbar südlich des vorhandenen „Umkleide-/Sanitärgebäudes“; Auszug aus [2] .....	10
Abbildung 3:	Situation vor Ort zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten am 08.11.2021, Baugelände im Bereich des geplanten Technikgebäudes, Blick nach Norden/Nordwesten .....	10

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	12
Tabelle 2:	Umfang der chemischen Laboruntersuchungen .....	12
Tabelle 3:	Ergebnisse der kombinierten Sieb-/Schlammanalysen .....	16
Tabelle 4:	Ergebnisse der Plastizitätsbestimmungen .....	16
Tabelle 5:	Ergebnisse der Bestimmung des Glühverlustes .....	16
Tabelle 6:	Zusammenstellung der beim Bauvorhaben anfallenden Aushubmassen mit den einstufungsbestimmenden Parametern, der resultierenden Abfallvoreinstufung und Abfallschlüsselnummern.....	18
Tabelle 7:	Bodengruppen, Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Frostklassen, Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu) .....	19
Tabelle 8:	Bodenkennwerte .....	21

## VERWENDETE UNTERLAGEN

### Allgemeine Unterlagen / Planunterlagen

- [1] Lageplan Freibad Waldmohr (Bestand), Datum und Verfasser nicht bekannt
- [2] Sanierung Warmfreibad Waldmohr, PowerPoint-Präsentation zur Verbandsgemeinderatsitzung vom 5. September 2021; aufgestellt durch Dipl.-Ing. Wolfgang Griebel, Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Kaiserslautern
- [3] Geoportal der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz, LANIS, <https://geodaten.naturschutz.rlp.de/>
- [4] Geologische Übersichtskarte M 1:300.000, Landesamt für Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz, [https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view\\_id=4](https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=4)

### DIN-Normen

- [5] DIN EN 1997-1: Eurocode 7 (Teil 1): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [6] DIN EN 1997-2: Eurocode 7 (Teil 2): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [7] DIN EN 1997-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 7 (Teil 1): National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [8] DIN EN 1997-2/NA: Nationaler Anhang Eurocode 7 (Teil 2): National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [9] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [10] DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- [11] DIN 4017: Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen: Ausgabe März 2006
- [12] DIN EN 1998-1: Eurocode 8 (Teil 1): Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

- [13] DIN EN 1998-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 8 (Teil 1):  
National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau

## **LAGA / DepV**

- [14] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – (LAGA) Allgemeiner Teil I, Überarbeitung, Endfassung, vom 6. November 2003
- [15] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln für die Verwertung Teil II: 1.3 Straßenaufbruch (TR Straßenaufbruch), 1.4 Bauschutt (TR Bauschutt), Teil III: Probenahme und Analytik; Stand: 6. November 1997, (kurz: LAGA M20 (1997), Regelungen bzgl. „*Straßenaufbruch*“ und „*Bauschutt*“)
- [16] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden); Stand: 5. November 2004, (kurz: LAGA TR Boden (2004), Regelungen bzgl. „*Boden*“)
- [17] Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32: LAGA PN 98  
Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand: Dezember 2001
- [18] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV), Ausfertigungsdatum: 27.04.2009, (Vollzitat: „Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist“)
- [19] Belasteter Boden und Bauschutt – Vollzug der Abfallverzeichnisverordnung Schreiben AZ: 107-89 22-09/2009-1#2 mit Werten zur Abgrenzung der Gefährlichkeit bei belastetem Boden/Bauschutt vom Referat 1074 des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Mainz, 12. Oktober 2009
- [20] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen für den Geschäftsbereich des Landesbetriebes Straßen und Verkehr RLP, bearbeitet vom Arbeitskreis Straßenbauabfälle Rheinland-Pfalz; 2. Auflage, aktualisiert im August 2008 unter:  
[https://kreislaufwirtschaft-bau.rlp.de/fileadmin/kreislaufwirtschaft\\_bau/pdf\\_s/Leitfaden\\_fuer\\_die\\_Behandlung\\_von\\_Ausbauasphalt\\_und\\_Strassenaufbruch\\_mit\\_teer-pechaltigen\\_Bestandteilen.pdf](https://kreislaufwirtschaft-bau.rlp.de/fileadmin/kreislaufwirtschaft_bau/pdf_s/Leitfaden_fuer_die_Behandlung_von_Ausbauasphalt_und_Strassenaufbruch_mit_teer-pechaltigen_Bestandteilen.pdf)

- [21] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Handbuch Entsorgungsplanung für den kommunalen Tief- und Straßenbau in Rheinland-Pfalz; bearbeitet vom Arbeitskreis Straßenbauabfälle Rheinland-Pfalz; 1. Auflage, Mainz , April 2008 unter:  
<https://sam-rlp.de/download/handbuch-entsorgungsplanung-fuer-den-kommunalen-tief-und-strassenbau-in-rheinland-pfalz/>

## 1. VORGANG

Die *Verbandsgemeinde Oberes Glantal* beabsichtigt im Rahmen der Sanierung des Warmfreibades Waldmohr u. a. den Neubau eines Technikgebäudes.

Im Vorfeld werden zur weiteren Planung der Baumaßnahme nähere Kenntnisse über die örtliche Untergrund- und Grundwassersituation erforderlich.

Unser Büro, die *Peschla + Rochmes GmbH (P+R)*, Kaiserslautern, wurde durch die *Verbandsgemeinde Oberes Glantal* beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen, die Ergebnisse auszuwerten und im Rahmen eines Geotechnischen Berichtes zum Untergrundaufbau sowie zur Gründung des geplanten Bauvorhabens Stellung zu nehmen.



## 2. LAGE, ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN, GEOLOGIE

Waldmohr ist eine Stadt in der Verbandsgemeinde Oberes Glantal im Landkreis Kusel in Rheinland-Pfalz.

Das Warmfreibad Waldmohr befindet sich im Osten/Nordosten von Waldmohr, siehe Übersichtslageplan in der **Abbildung 1**.

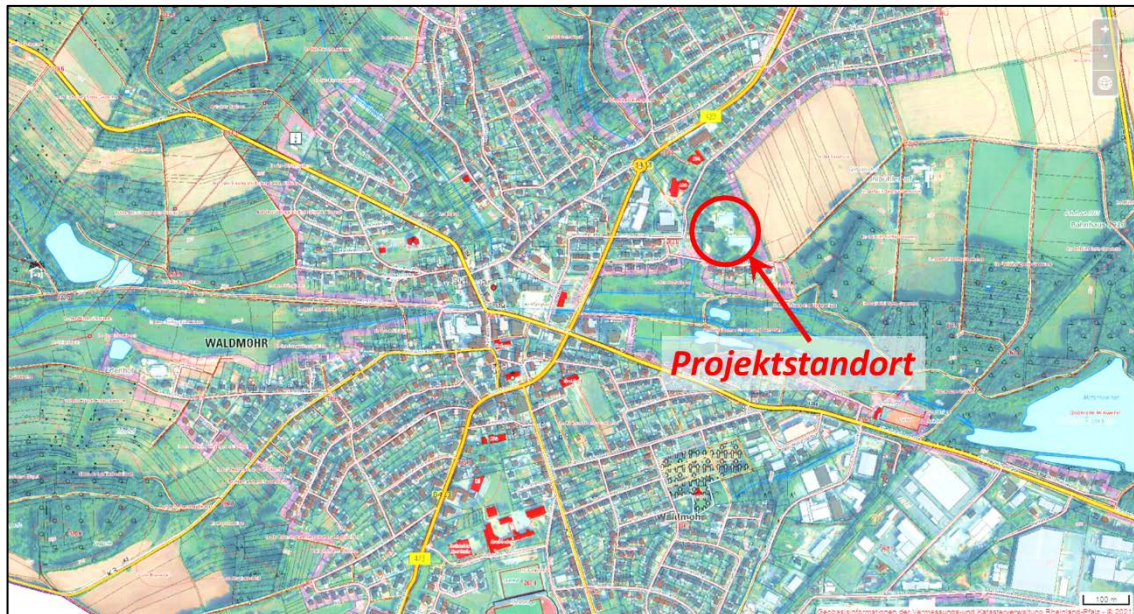


Abbildung 1: Übersichtslageplan mit Projektstandort, Auszug aus LANIS [3]

Das Gelände des Warmfreibades wird begrenzt von der „Badstraße“ im Westen und Norden, von der Straße „Am Eichweiher“ im Süden und von Ackerflächen im Osten.

Etwa 150 – 200 m südlich des Warmfreibades fließt der Fluss „Glan“ von West nach Ost zum „Motschweiher“ hin.

Gemäß Planunterlage [2] soll der Neubau des „Technikgebäudes für neue Badewasser-aufbereitung“ unmittelbar südlich des vorhandenen „Umkleide-/Sanitärgebäudes“ errichtet werden, siehe Lageskizze-Auszug aus [2] in der **Abbildung 2**.

Das Gelände im Bereich des geplanten Technikgebäudes ist nahezu eben (siehe Situation vor Ort in **Abbildung 3**) und liegt grob auf einem Niveau von **ca. 259,7 – 260,0 m ü. NHN**.

Detailpläne und Lastangaben zum geplanten Technikgebäude liegen noch nicht vor.

Die Grundrissabmessungen des Technikgebäudes liegen gemäß [2] grob bei etwa  $A \times B \approx 23 \times 13 \text{ m}$ .

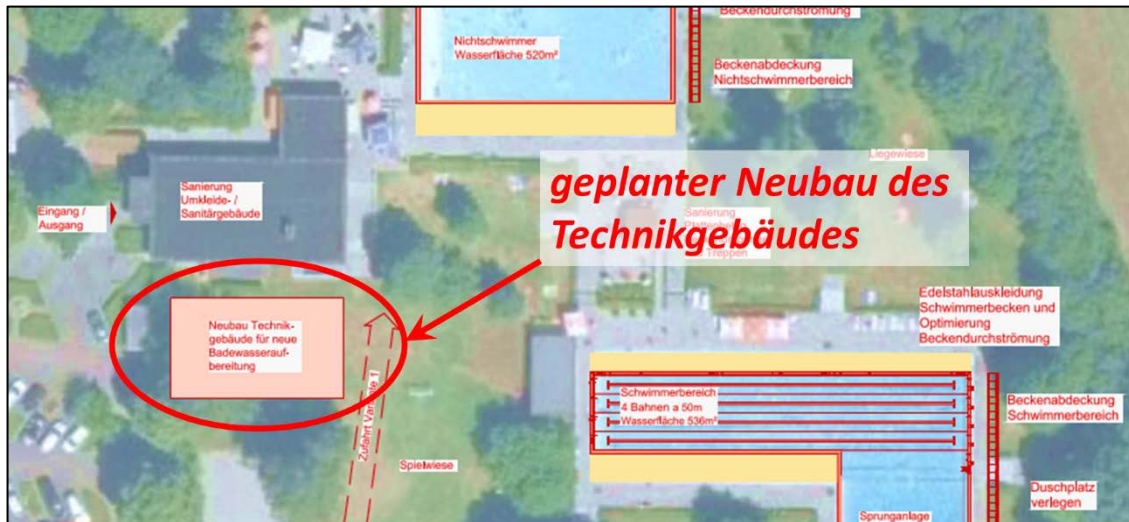


Abbildung 2: Vorgesehener Standort des neuen „Technikgebäudes“; unmittelbar südlich des vorhandenen „Umkleide-/Sanitärgebäudes“; Auszug aus [2]



Abbildung 3: Situation vor Ort zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten am 08.11.2021, Baugelände im Bereich des geplanten Technikgebäudes, Blick nach Norden/Nordwesten

### Erdbebenzonen

Nach der Erdbebenzonenkarte für Rheinland-Pfalz (siehe auch DIN EN 1998-1/NA) liegt das Untersuchungsgebiet in Waldmohr **außerhalb von Erdbebenzonen**. Maßnahmen ergeben sich somit nicht.

### Geologie

Geologisch gesehen befindet sich die Untersuchungsfläche im Bereich „**Unterer Buntsandstein der Pfalz**“, i. W. in Form von Mittel- bis Grobsandstein (siehe Geologische Übersichtskarte, Rheinland-Pfalz, [4]). Darüber sind mit **quartären „Abschwemm-Massen“** in Form von Lehm und Sand (z. T. steinig und kiesig, humos, locker gelagert) zu rechnen. Weiter östlich sind gemäß [4] auch **quartäre „Moorbildungen“** (Hoch-, Nieder-, Übergangsmoortorf und Anmoor) vorhanden.

### 3.            **UNTERSUCHUNGSPROGRAMM**

Zur Erkundung des Baugrundes wurden im Bereich des geplanten Technikgebäudes am 8. November 2021 insgesamt **drei Kleinbohrungen RKS 1 bis RKS 3** (Rammkern-sondierbohrungen; Rammsonde mit Kernrohrvorsatz) bis in eine Tiefe von 5,0 bis 5,4 m unter Geländeoberkante (uGOK<sup>1</sup>) durchgeführt.

Die Kleinbohrung RKS 2 wurde zwecks Entnahme einer Grundwasserprobe während der Bohrarbeiten als **temporäre Grundwassermessstelle** ausgebaut. Die hieraus entnommene Grundwasserprobe wurde im zertifizierten Labor *BVU GmbH*, Kaiserslautern / Markt Rettenbach, hinsichtlich **Betonaggressivität nach DIN 4030** untersucht.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte von grob- und gemischtkörnigen Böden sowie zur Abschätzung des Konsistenzverlaufs von bindigen Böden, wurden zusätzlich insgesamt **drei Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3** mit der schweren Rammsonde DPH bis in eine Tiefe von 5,3 bis 5,6 m uGOK abgeteuft.

Die Aufschlussarbeiten (Kleinbohrungen und Rammsondierungen) erfolgten durch das *Geotechnische Büro Moser (GBM)*, Kaiserslautern.

Die Aufschlussansatzpunkte wurden durch unser Büro (*P+R*) vor Ort lage- und höhen- gemäß eingemessen. Die Vermessungsarbeiten erfolgten mit einem GPS-Gerät („Topcon“ mit externer GPS-Antenne „HiPer VR“, Gerätegenauigkeit ca.  $\pm 0,05$  m). Die Daten liegen bezüglich der Lage in dem Koordinatenreferenzsystem UTM / ETRS89 und bezüglich der Höhe im Deutschen Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016) mit Höhen über Normalhöhen-Null (NHN) in der Einheit [m ü. NHN] vor.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in der **Anlage 1** hervor.

Das gewonnene Bohrgut (Bodenmaterial aus den Kleinbohrungen RKS 1 bis RKS 3) wurde geotechnisch angesprochen und beprobt.

Zur genaueren geotechnischen Beurteilung der anstehenden Böden wurden ausgewählte Bodenproben im bodenmechanischen Labor *GBM*, Kaiserslautern, untersucht, siehe Zusammenstellung in der **Tabelle 1**.

Zur Beurteilung der abfalltechnischen Verwertungs- bzw. Entsorgungswege von potenziell anfallendem Aushubmaterial wurden außerdem mehrere Bodenproben aus den Bohraufschlüssen vom zertifizierten Labor *BVU GmbH*, Kaiserslautern / Markt Rettenbach, entsprechend laborchemisch untersucht, siehe Zusammenstellung in der **Tabelle 2**.

---

<sup>1</sup> uGOK = unter Geländeoberkante



**Tabelle 1:      Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

Untersuchungsumfang / Analysen	Probenbezeichnung bzw. Entnahmestelle	Entnahmetiefe
<b>Bodenmechanische Laboranalysen</b>		
Ermittlung der Kornverteilung (kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse)	RKS 1/6 RKS 2/4 RKS 2/6	1,8 – 4,5 m 1,6 – 2,2 m 3,1 – 4,5 m
Ermittlung der Zustandsgrenzen (Plastizität / Atterbergsche Grenzen)	RKS 1/6 RKS 2/4	1,8 – 4,5 m 1,6 – 2,2 m
Bestimmung des Glühverlustes (organische Anteile)	RKS 1/6 RKS 2/5 RKS 3/3	1,8 – 4,5 m 2,2 – 3,1 m 1,6 – 3,8 m

**Tabelle 2:      Umfang der chemischen Laboruntersuchungen**

Untersuchungsumfang	Probenumfang	Entnahmetiefe	Material
<b>Chemische Laboranalysen</b>			
LAGA TR Boden (Tab. II.1.2-4 bis 1.2-5)	MP1 (RKS 1/1 + RKS 1/2) MP2 (RKS 2/2 + RKS 3/2)	0,1 – 1,8 m 0,1 – 1,6 m	Bodenproben aus den sandigen Auffüllungen

MP = Mischprobe

#### 4. ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN

Die Lage der Aufschlussansatzpunkte geht aus dem Lageplan in der **Anlage 1** hervor.

Einzelheiten zur Schichtenabfolge sind aus den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in **Anlage 2** ersichtlich. Die Ergebnisse der Rammsondierungen finden sich in Form von Rammdiagrammen in der **Anlage 3**.

In der **Anlage 4** und in der **Anlage 5** sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (Körnungslinien, Atterbergsche Grenzen und Glühverluste) und der chemischen Laboranalysen (LAGA-Untersuchungen und Untersuchung der GW-Probe auf Betonaggressivität) enthalten.

##### 4.1 Bodenaufbau

Folgende Baugrundverhältnisse wurden vorgefunden:

Zunächst steht unterschiedlich mächtiger, aufgefüllter **Oberboden** in Form von Schluff mit tonigen, feinsandigen, kiesigen und organischen Anteilen an. Der teils durchwurzelte Oberboden wurde in einer Stärke von ca. 0,1 m bei den **Kleinbohrungen RKS 1 + RKS 2** bis hin zu 0,5 m bei **RKS 3** angetroffen.

Darunter folgen **rote und rotbraune Sande mit wechselnd schluffigen und kiesigen Beimengungen**. Diese Sande enthalten teilweise auch Sandsteinbruchstücke. Sie sind somit voraussichtlich bis zur vorgefundenen Tiefe von 1,6 bzw. 1,8 m uGOK künstlich aufgefüllt.

Unter den Auffüllungen wurde **der gewachsene Baugrund** in Form von vorwiegend organischen und bindigen Böden (**wechselnd tonige und sandige Schluffe mit unterschiedlich hohen organischen Beimengungen**) erbohrt. Diese Böden wurden bis in eine Tiefe von etwa 4,1 bzw. 4,5 m Tiefe uGOK in unterschiedlichen Konsistenzen von steif bis hin zu breiig vorgefunden. Stellenweise sind auch schluffige, tonige Sandschichten dazwischengeschaltet (Wechselagerung). Bei der Bohrung RKS 3 ist der organische Anteil in dieser dunkelbraunen, bindigen Baugrundsicht so hoch, dass hier der gewachsene Baugrund zwischen 1,6 m und 3,8 m uGOK als **Torf** angesprochen werden muss.

Ab einer Tiefe von 4,1 bzw. 4,5 m uGOK folgen **schwer zu bohrende (rote) Sande und Kiese mit schwach bindigen (schluffigen und tonigen) Anteilen und Sandsteinbruchstücken**, welche die Verwitterungszone des Liegenden (Fels aus dem „Unteren Buntsandstein der Pfalz“) darstellen.

In einer Tiefe von etwa 5,0 m (RKS 1 + RKS 3) bzw. 5,4 m uGOK (RKS 2) war kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich, so dass ab dieser Tiefe der Übergang zum **Fels** („**Unterer Buntsandstein der Pfalz**“) vermutet wird.

Zunächst ist der Fels i. d. R. stark bis sehr stark verwittert bis hin zu entfestigt. Mit der Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad i. d. R. ab.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte der grob- bis gemischtkörnigen Böden (hier: aufgefüllte Sande) und zur Abschätzung des Konsistenzverlaufs der bindigen Böden (hier: organische Schluffe) werden die Ergebnisse der **Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3** herangezogen. Anhand der Rammdiagramme in der **Anlage 3** können die Schlagzahlen  $N_{10}$  in der jeweiligen Sondiertiefe abgelesen werden, die die Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe widerspiegeln.

Demnach wurden im Bereich der aufgefüllten Sande unter dem Oberboden bis in eine Tiefe von etwa 1,6 m bzw. 1,8 m uGOK sehr unterschiedliche Schlagzahlen in einer Größenordnung von stellenweise  $N_{10} \approx 1 - 2$  entsprechend einer sehr lockeren Lagerungsdichte, stellenweise von  $N_{10} \approx 5$  entsprechend einer lockeren bis mitteldichten Lagerungsdichte, bis hin zu  $N_{10} \approx 10 - 15$  entsprechend einer mitteldichten bis dichten Lagerungsdichte festgestellt.

Im Bereich der organischen, bindigen Böden wurden überwiegend nur sehr geringe Schlagzahlen in einer Größenordnung von i. M.  $N_{10} \approx 1 - 3$  (stellenweise auch  $N_{10} = 0$ ; wenige Bereiche mit geringfügig höheren Schlagzahlen von  $N_{10} \approx 4 - 6$ ) festgestellt. Eine solche geringe Größenordnung lässt auf eine überwiegend weich-breiege Konsistenz (bei geringfügig höheren Schlagzahlen auf eine maximal steife Konsistenz) der organischen, bindigen Böden schließen.

Unterhalb der organischen, bindigen Böden steigen die Schlagzahlen im Bereich des Fels-Verwitterungshorizontes (vorwiegend Sande, teils Kiese) ab einer Tiefe von i. M. etwa 4,5 m uGOK rasch an. Die Sande und Kiese aus der Fels-Verwitterungszone sind bei Schlagzahlen von  $N_{10} > 5 - 7$  unter Berücksichtigung des Grundwasserspiegels mitteldicht gelagert, bei Schlagzahlen ab  $N_{10} > 10 - 15$  kann bei Sanden unter GW von einer dichten Lagerungsdichte ausgegangen werden.

In einer Tiefe von etwa 5,3 m uGOK (bei DPH 1) bzw. maximal 5,6 m uGOK (DPH 3) wurden bei festgestellten Schlagzahlen von  $N_{10} > 50$  die Rammsondierungen abgebrochen. Ab dieser Tiefe wird, vergleichbar mit den Ergebnissen der Kleinbohrungen, der Übergang zum Fels („Unterer Buntsandstein der Pfalz“) vermutet.

Der Felshorizont wird entsprechend den Ergebnissen der hier durchgeführten Kleinbohrungen und Rammsondierungen somit auf folgendem Niveau vermutet:

**OK Fels ab ca. 254,2 – 255,0 m ü. NHN.**

## 4.2 Grundwasser

Das Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten wie folgt eingemessen:

- **RKS 1:**        **GW<sub>RKS1</sub> ≈ 257,8 m ü. NHN**    (bzw. ca. **2,2 m uGOK**)
- **RKS 2:**        **GW<sub>RKS2</sub> ≈ 257,7 m ü. NHN**    (bzw. ca. **2,1 m uGOK**)
- **RKS 3:**        **GW<sub>RKS3</sub> ≈ 257,0 m ü. NHN**    (bzw. ca. **2,9 m uGOK**)

Die Bohrungen sind insbesondere unterhalb der organischen, bindigen Böden unmittelbar nach dem Ziehen des Bohrgestänges durch zuströmendes Wasser an der Bohrlochwandung zugefallen. Somit kann der tatsächliche GW-Stand von den o. g. Messergebnissen geringfügig abweichen, da der Wasserzufluss aus den bindigen Böden in das Bohrloch bis zum Erreichen des tatsächlichen GW-Standes aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der bindigen Böden nur sehr langsam stattfindet.

Die während der Bohrarbeiten gemessenen Wasserspiegelmhöhen sind lediglich Momentaufnahmen. Jahreszeitlich und witterungsbedingt können diese deutlich schwanken.

### Stau- und Schichtenwasser:

Unter Berücksichtigung der im Baubereich anstehenden bindigen Böden ist grundsätzlich auch mit Stau- und Schichtenwasser in unterschiedlichen Tiefenlagen zu rechnen.

### Betonaggressivität des Grundwassers gemäß DIN 4030

Die untersuchte Grundwasserprobe (entnommen aus Bohrung RKS 2) wurde gemäß DIN 4030 als **nicht betonangreifend** eingestuft, siehe Analysenbericht des Prüflabors *BVU GmbH*, Markt Rettenbach, in der **Anlage 5.2**.

## 4.3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden an den in Kapitel 3, **Tabelle 1** genannten Proben bodenmechanische Laborversuche (Ermittlung der Kornverteilungen, der Konsistenzgrenzen und der Glühverluste bzw. der organischen Anteile) durchgeführt.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in der **Anlage 4** zusammengestellt.

Eine Übersicht über die Laborergebnisse kann den nachfolgenden **Tabellen 3, 4 und 5** entnommen werden.

**Tabelle 3: Ergebnisse der kombinierten Sieb-/Schlammanalysen**

Bodenprobe	Tonanteil ( $< 2 \mu\text{m}$ )	Schluffanteil ( $2 - 63 \mu\text{m}$ )	Sandanteil ( $63 \mu\text{m} - 2 \text{mm}$ )	Kiesanteil ( $2 - 63 \text{mm}$ )	Bodenart
<b>RKS 1/6</b> (1,8 – 4,5 m)	24,3 %	35,5 %	37,5 %	2,7 %	U, t*, s*
<b>RKS 2/4</b> (1,6 – 2,2 m)	6,4 %	11,1 %	74,9 %	7,6 %	S, u*, g'
<b>RKS 2/6</b> (3,1 – 4,5 m)	11,4 %	27,9 %	60,2 %	0,5 %	S, u*, t / U, s*, t

**Tabelle 4: Ergebnisse der Plastizitätsbestimmungen**

Bodenprobe	Bodengruppe, Konsistenz	natürlicher Wassergehalt $w_N$ [%]	Wassergehalt an der Ausrollgrenze $w_P$ [%]	Wassergehalt an der Fließgrenze $w_L$ [%]
<b>RKS 1/6</b> (1,8 – 4,5 m)	organogene Schluffe / mittelpastische Schluffe <b>OU / UM, steif</b>	30,0 %	28,4 %	39,3 %
<b>RKS 2/4</b> (1,6 – 2,2 m)	Sand-Schluff-Gemische / leichtplastische Schluffe <b>SU* / UL, breiig</b>	25,1 %	23,1 %	26,4 %

**Tabelle 5: Ergebnisse der Bestimmung des Glühverlustes**

Bodenprobe	Glühverlust (organischer Anteil) in % der Trockenmasse	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2
<b>RKS 1/6</b> (1,8 – 4,5 m)	$V_{gl} = 5,16 \%$	<u>schwach</u> organisch ( $2 \% \leq V_{gl} < 6 \%$ )
<b>RKS 2/5</b> (2,2 – 3,1 m)	$V_{gl} = 6,44 \%$	<u>mittel</u> organisch ( $6 \% \leq V_{gl} < 20 \%$ )
<b>RKS 3/3</b> (1,6 – 3,8 m)	$V_{gl} = 18,74 \%$	<u>mittel</u> organisch ( $6 \% \leq V_{gl} < 20 \%$ )



#### 4.4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, orientierende Abfalleinstufung und resultierende Verwertung/Entsorgung

Die Analyseergebnisse der laborchemisch untersuchten Proben können im Einzelnen den Analysebefunden in der **Anlage 5** entnommen werden.

Die Auswertung der Analyseergebnisse für eine orientierende Abfalleinstufung der beim Bauvorhaben anfallenden Aushubmassen (hier: vorwiegend „Boden“) basiert:

- für **Bodenaushub** auf den Vorgaben der LAGA TR Boden [16] sowie
- für **Bauschutt oder Bodenaushub** mit  $\geq 10$  Vol.-% Bauschuttanteil auf den Vorgaben der LAGA M20 [15].

Eine Übersicht zu den einstufigsbestimmenden Parametern, der Abfallvoreinstufung, Abfallgefährlichkeit und den Abfallschlüsselnummern ist in **Tabelle 6** enthalten.

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde bei beiden Mischproben **MP 1** und **MP 2** ein geringfügig erhöhter Zink-Gehalt von 69 bzw. 63 mg/kg im FS festgestellt. Damit ist der aufgefüllte, sandige Boden der Verwertungsklasse **Z0\*** zuzuordnen.

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen fallen somit gemäß **Tabelle 6** folgende **nicht gefährliche Abfälle zur Verwertung** an:

- **LAGA-Z0\*-Bodenmaterial** (aufgefüllte Sande)

Die **nicht gefährlichen Aushubmassen** können entsprechend der Abfallvoreinstufung bei geotechnischer Eignung entweder im Rahmen der Baumaßnahme oder extern unter Einhaltung der LAGA-Vorgaben verwertet werden.

Gemäß LAGA TR Boden kann Bodenmaterial der Einbauklasse Z0 in bodenähnlichen Anwendungen uneingeschränkt verwertet werden. Für Bodenmaterial der Einbauklasse Z0\* ist eine Verwertung für die Verfüllung von Abgrabungen unterhalb der durchwurzelten Bodenschicht möglich. Bodenmassen der Einbauklasse Z1 können eingeschränkt im offenen Einbau in technischen Bauwerken verwertet werden, wobei diese Einbauklasse nochmals zwischen LAGA Z1.1-Material und LAGA Z1.2-Material (Einbau nur in hydrogeologisch günstigen Gebieten) unterscheidet.

Ein gefährlicher Abfall liegt auf Basis der bisherigen Untersuchungsergebnisse nicht vor.

Da die vorliegenden chemischen Untersuchungen lediglich orientierenden Charakter haben und für eine Abfalleinstufung zur Verwertung und Beseitigung nicht ausreichen, sind die Aushubmassen in maximal 250 m<sup>3</sup> Haufwerken gemäß den Vorgaben der LAGA PN 98 [17] abfallcharakterisierend zu beproben und auf den Parameterumfang der LAGA TR Boden sowie ggf. der DepV zu analysieren und gemäß den abfallrechtlichen Vorgaben ordnungsgemäß zu entsorgen.

**Tabelle 6: Zusammenstellung der beim Bauvorhaben anfallenden Aushubmassen mit den einstufigsbestimmenden Parametern, der resultierenden Abfallvoreinstufung und Abfallschlüsselnummern**

Probe/Entnahmestelle	LAGA-Einstufung / einstufungsbestimmende Parameter	DepV-Einstufung / einstufungsbestimmende Parameter	Gefährlich- keit	AVV-Nummer
<b>MP 1</b> (RKS 1/1 + RKS 1/2) (0,1 – 1,8 m) <b>Bodenprobe „Sand“</b> (Auffüllungen)	<b>LAGA – Z0*</b> wg. Zink im FS <b>(69 mg/kg)</b>  bei allen anderen Parametern sind die Z0-Werte eingehalten	nicht erforderlich	<b>nicht gefährlicher Abfall</b>	<b>AVV 17 05 04</b> Boden und Steine, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
<b>MP 2</b> (RKS 2/2 + RKS 3/2) (0,1 – 1,6 m) <b>Bodenprobe „Sand“</b> (Auffüllungen)	<b>LAGA – Z0*</b> wg. Zink im FS <b>(63 mg/kg)</b>  bei allen anderen Parametern sind die Z0-Werte eingehalten	nicht erforderlich	<b>nicht gefährlicher Abfall</b>	<b>AVV 17 05 04</b> Boden und Steine, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen

#### 4.5 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostklassen, Homogenbereiche

Die anstehenden Erdstoffe können nach ihren bautechnischen Eigenschaften im baurelevanten Bereich wie folgt klassifiziert werden:

**Tabelle 7: Bodengruppen, Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Frostklassen, Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu)**

	<b>Bodengruppe DIN 18196</b>	<b>Bodenklasse DIN 18300 (alt)</b>	<b>Frostklasse ZTV E-StB 2017</b>	<b>Homogenbereich DIN 18300 (neu) (Erdarbeiten)</b>
<b>Oberboden</b>	OH / OT / OU	1	F2 – F3	---
<b>Sandige Auffüllungen</b> (Sande, wechselnd bindig und kiesig)	SU / ST / SW	3	F1 – F2	1
<b>Organische, bindige Böden</b> (Schluffe, wechselnd sandig, organisch, teils Torf, teils in Wechsellagerung mit stark bindigen Sanden)	UL/UM <sup>1)</sup> SU* <sup>1)</sup> OU/OH/HZ <sup>1)</sup>	4, 2 <sup>1)</sup>	F3	2
<b>Fels-Verwitterungszone</b> (Sande + Kiese)	SW/SU/ST/SE GW/GU/GT/GE	3	F1 – F2	3
<b>Sandstein BK6</b> – mürbe / stark verwittert –	---	6	---	4
<b>Sandstein BK7</b> – hart / gering verwittert –	---	7	---	5

<sup>1)</sup> Diese Erdstoffe neigen bei Wasserzutritt oder mechanischer Beanspruchung zum Aufweichen und sind bei breiiger und flüssiger Konsistenz der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

## Homogenbereiche

### Homogenbereich 1:    **Sandige Auffüllungen** (Sande, wechselnd bindig und kiesig)

Bodengruppe nach DIN 18196: SU / ST / SW

Massenanteil Steine: 0 – 3 %

Massenanteil Blöcke: 0 – 3 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 1 – 5 % / 3 – 15 % / 65 – 95 % / 0 – 15 %

Lagerungsdichte: sehr locker bis dicht

Organischer Anteil [M-%]: 0 – 3 %

### Homogenbereich 2:    **Organische, bindige Böden**

(Schluffe, wechselnd sandig, organisch, teils Torf,  
teils in Wechsellagerung mit stark bindigen Sanden)

Bodengruppe nach DIN 18196: UL/UM/SU\*/OU/OH/HZ

Massenanteil Steine: 0 – 3 %

Massenanteil Blöcke: 0 – 3 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 5 – 25 % / 10 – 50 % / 25 – 75 % / 0 – 10 %

Konsistenz: überwiegend steif bis breiig

Organischer Anteil [M-%]: 2 – 25 %

### Homogenbereich 3:    **Fels-Verwitterungszone** (Sande + Kiese)

Bodengruppe nach DIN 18196: SW/SU/ST/SE/GW/GU/GT/GE

Massenanteil Steine: 0 – 3 %

Massenanteil Blöcke: 0 – 3 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 1 – 7 % / 1 – 15 % / 20 – 65 % / 30 – 60 %

Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht

Organischer Anteil [M-%]: 0 – 3 %

### Homogenbereich 4:    **Sandstein BK6, mürbe / stark verwittert**

Massenanteil Steine < 30 %

Massenanteil Blöcke: < 10 %

Fein laminiert bis dünnplattig

Sehr geringe bis geringe einaxiale Druckfestigkeit (1 – 5 MPa)

Mäßig bis stark verwittert

< 6 mm – 60 mm Schichtfugenabstand

### Homogenbereich 5:    **Sandstein BK7, hart / gering verwittert**

Dünnplattig bis plattig

Geringe bis mäßig hohe einaxiale Druckfestigkeit (5 – 20 MPa)

Verwittert bis schwach verwittert

20 mm – 500 mm Schichtfugenabstand

#### 4.6 Bodenkennwerte

In erdstatischen Berechnungen und für die Bemessung können die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte (Rechenwerte) angesetzt werden:

**Tabelle 8: Bodenkennwerte**

	W i c h t e		Reibungs- winkel	K o h ä s i o n		Steife- modul
	feucht	unter Auftrieb		$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]			$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Sandige Auffüllungen</b> (Sande, wechselnd bindig und kiesig) – i. M. locker –	18	9	30	–	–	30
<b>Organische, bindige Böden I</b> („schwach organisch“) (Schluffe, wechselnd sandig, organisch, teils in Wechsellagerung mit stark bindigen Sanden) – i. M. weich bis breiig –	18	8	20 – 25	0 – 2	15 – 40	2 – 4
<b>Organische, bindige Böden II</b> („mittel organisch / Torf“) (Schluffe, wechselnd sandig, organisch, teils Torf) – i. M. weich bis breiig –	14	4	15 – 17,5	0 – 1	5 – 15	0,5 – 2
<b>Fels- Verwitterungszone</b> (Sande + Kiese) – mitteldicht bis dicht –	21	12	32,5 – 35	–	–	50 – 70
<b>Sandstein BK6</b> – mürbe / stark verwittert –	22	12	35	5 – 10	500	100
<b>Sandstein BK7</b> – hart / gering verwittert –	23	–	37,5	10 – 30	> 600	200

## 5. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE, BAUWERKSGRÜNDUNG, BAUBETRIEBLICHE HINWEISE

### 5.1 Allgemeines

Die Untergrundverhältnisse im Bereich der Baufläche sind geprägt von direkt unterhalb der sandigen Auffüllungen anstehenden **organischen, bindigen Böden**, i. W. in Form von weich-breiigen Schluffen mit wechselnd tonigen, sandigen und kiesigen Anteilen sowie teils stark organischen Beimengungen bis hin zu Torf.

Aufgrund der hohen Setzungsempfindlichkeit der organischen, bindigen Böden (zusammengesetzt aus *i*) mechanischen Setzungen + *ii*) Konsolidierungssetzungen + *iii*) Verrottungssetzungen) und der geringen Tragfähigkeit müssen die Untergrundverhältnisse im Bereich der Baufläche als sehr ungünstig und schlecht tragfähig bezeichnet werden.

Eine herkömmliche Flachgründung – sowohl in Form von Einzel- und Streifenfundamenten als auch in Form einer Plattengründung mit einer lastverteilenden, biegesteifen Bodenplatte – ist hier nicht realisierbar.

Da die organischen, bindigen und stark setzungsanfälligen Böden bis in eine Tiefe von etwa 4,5 m uGOK reichen und somit bis zu etwa 2,4 m im Grundwasser liegen, scheidet ebenfalls auch eine Flachgründung in Kombination mit einem (Teil-)Bodenaustausch aus.

Im Zuge der Bauwerksgründung sind zur Gewährleistung eines bauwerksverträglichen Lastabtrags somit **Sondermaßnahmen** (z. B. in Form einer Tiefgründung) erforderlich.

Das Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten wie folgt eingemessen:

- $GW_{RKS1 / RKS2} \approx 257,8 - 257,7 \text{ m ü. NHN}$  (bzw. ca. 2,2 – 2,1 m uGOK)

Die während der Bohrarbeiten gemessenen Wasserspiegelhöhen sind lediglich Momentaufnahmen. Das festgestellte Grundwasserniveau kann jahreszeitlich bedingt stark schwanken, sodass z. B. nach Niederschlagsereignissen durchaus auch deutlich höhere Grundwasserstände auftreten können.

Unter Berücksichtigung der im Baubereich anstehenden bindigen Böden ist grundsätzlich auch mit Stau- und Schichtenwasser in unterschiedlichen Tiefenlagen zu rechnen.

### 5.2 Bauwerksgründung

Zur Gewährleistung eines bauwerksverträglichen Lastabtrags müssen die Gebäude-lasten in den tieferen, tragfähigen Untergrund unterhalb der schlecht tragfähigen, organischen, bindigen Böden eingeleitet werden.

Sowohl die Fels-Verwitterungszone (Sande + Kiese, direkt unterhalb der organischen, bindigen Böden) wie auch der anstehende Fels können als gut bis sehr gut tragfähig angesehen werden.

Zum Abtrag der Gebäudelasten ist somit eine **Tiefgründung**, z. B. in Form einer Brunnengründung oder einer Pfahlgründung erforderlich.

Als Alternative kann auch eine Baugrundverbesserung bis zur Fels-Verwitterungszone z. B. mit dem Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731 (Rütteldruckverdichtung/Rüttelstopfverdichtung) durchgeführt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Schottersäulen aufgrund des stark organischen und schlecht tragfähigen Baugrundes mit hydraulischen Bindemitteln angereichert werden müssen, siehe hierzu Detailbeschreibung in Kapitel 5.2.3.

Nachfolgend werden Anhaltswerte zur Vorbemessung der hier vorgeschlagenen Gründungsvarianten angegeben. Sobald genaue Planunterlagen vorliegen, können die zur Bemessung der Gründung erforderlichen Kenngrößen aus geotechnischer Sicht nochmals in einem Nachtrag überprüft werden.

#### 5.2.1 Tiefgründung als Brunnengründung

Bei dieser Variante können die anfallenden Bauwerkslasten über eine sogenannte Brunnengründung in den tragfähigen Baugrund (ab etwa 4,5 m Tiefe uGOK, unterhalb der organischen, bindigen Böden) eingeleitet werden.

Bei der Brunnengründung werden Betonringe mittels eines Baggers in die anstehenden Böden eingedrückt. Danach erfolgt im Schutz dieser Schachtringe der Aushub des anstehenden Erdreichs. Während der Aushubarbeiten werden die Schachtringe weiter eingedrückt, bis der tragfähige Baugrund erreicht ist. Der Hohlraum im Inneren der Schachtringe wird anschließend mit Magerbeton (im Kontraktorverfahren, da Gründungssohle der Brunnen im Grundwasser) verfüllt. In den Schachtringen ist bei den Aushubarbeiten ständig ein Wasserüberdruck aufrecht zu halten, damit ein Aufbrechen der Gründungssohle (hydraulischer Grundbruch) verhindert wird. Anzahl und Dimensionierung der erforderlichen Schachtringe ergibt sich aus den statischen Erfordernissen.

Zur Bemessung der Brunnen kann in der mindestens mitteldicht bis dicht gelagerten Fels-Verwitterungszone unterhalb des organischen, bindigen Bodens bzw. auf dem mürben Fels folgender Bemessungswert des Sohlwiderstands angenommen werden:

- Bemessungswert des Sohlwiderstands:  $\sigma_{R,d} = 800 \text{ kN/m}^2$

Die zu erwartenden Setzungen liegen bei  $s < 1 \text{ cm}$ .

### 5.2.2 Tiefgründung als Pfahlgründung

Grundsätzlich ist zum Abtrag der Gebäudelasten auch eine Tiefgründung z. B. in Form einer Bohrpfahlgründung möglich.

Bei einer Gründung mittels Bohrpfählen müssen die Pfähle mindestens 1,0 m in den zumindest mittelharten Sandstein einbinden. Nach den durchgeführten Erkundungsarbeiten dürfte der Fels im Bereich des geplanten Technikgebäudes ab ca. 5,0 – 5,5 m unter derzeitiger GOK anstehen.

Zur Dimensionierung der Pfahlgründung (zulässiger Pfahlspitzendruck bzw. zulässige Mantelreibung) muss hierbei allerdings zunächst eine nähere Erkundung des anstehenden Festgesteins über gewerbliche Kernbohrungen erfolgen.

Die Pfähle leiten die Kräfte lediglich über Pfahlspitzendruck in den felsigen Untergrund ab. Eine Mantelreibung kann in den weich-breiigen, bindigen Böden nicht angesetzt werden. Ggf. ist zusätzlich „negative Mantelreibung“ zu berücksichtigen.

Für eine Vordimensionierung kann in Anlehnung an EA-Pfähle (2. Auflage, 2012, Tabellen 5.16 + 5.17) folgender Bruchwert  $q_{b,k}$  des Pfahlspitzendruckes angenommen werden:

- Bruchwert des Pfahlspitzendruckes:  $q_{b,k} = 6.000 \text{ kN/m}^2$

Alternativ besteht die Möglichkeit z. B. duktile Gusseisenrammpfähle einzusetzen, die auf dem mürben Festgestein abgestellt werden. Hier erfolgt der Lastabtrag ausschließlich über den Pfahlfuß, da keine Einbindung in das Festgestein vorhanden ist.

### 5.2.3 Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731 (Rütteldruckverdichtung/Rüttelstopfverdichtung)

Zur Minimierung möglicher Setzungsschäden, ist eine Baugrundverbesserung über die gesamte Tiefe der weich-breiigen, organischen, bindigen Böden bis zur tragfähigen Fels-Verwitterungszone (Sande + Kiese) erforderlich.

Eine Möglichkeit für eine solche Baugrundverbesserung stellt das **Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731** in Form einer Rütteldruckverdichtung, einer Rüttelstopfverdichtung und/oder einer Kombination beider Verfahren dar. Bei dieser Baugrundverbesserungsvariante erfolgt im Allgemeinen der Abtrag der Gebäudelasten von den einzelnen Gründungsbauteilen über eine etwa 0,5 m mächtige, lastverteilende Schotterpolsterschicht auf die Rüttelstopf-/Rütteldrucksäulen und in den umgebenden und unterlagernden Baugrund.



Als lastverteilende Schotterpolsterschicht eignet sich ein gut abgestuftes Schotter-Splitt-Sand-Gemisch der Körnung 0/32 mm bis 0/45 mm mit max. 10 % Feinkornanteil (Korndurchmesser  $< 0,063$  mm) mit einer zu erreichenden Verdichtung von  $D_{Pr} \geq 100$  %. Mindestens etwa die Hälfte dieser Schotterpolsterschicht dient während der Bauphase als Arbeitsplanung zur Herstellung der Stopfsäulen.

Durch die Tiefenrüttelverdichtung nach DIN EN 14731 wird der Boden unter Vibration und durch Zugabe von Schotter oder Kies säulenförmig verdichtet bzw. es entsteht ein säulenförmiges Stützgerüst im Untergrund. Damit wird eine deutliche Erhöhung der Lagerungsdichte sowie des Reibungswinkels und des Steifemoduls erreicht, was das Setzungsvermögen des Bodens erheblich mindert. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass bei der Bauausführung der Tiefenrüttelsäulen kein Erdaushub anfällt.

Der vorhandene Baugrund hat bei diesem Verfahren die Aufgabe, die so hergestellten Tiefenrüttelsäulen dauerhaft seitlich zu stützen und somit die Säulentragwirkung aufrecht zu erhalten. Bei dem hier anstehenden Baugrund in Form der weich-breiigen organischen, bindigen Böden ist diese Stützwirkung dauerhaft nicht gegeben, so dass hier die Tiefenrüttelsäulen als sogenannte „**Hybridsäulen**“ bzw. „**Teilvermörtelte Stopfsäulen**“ ausgeführt werden müssen. Bei diesen Hybridsäulen werden im Bereich der nicht tragfähigen Baugrundsichtung die Rüttelstopfsäulen unter Beimischung von hydraulischen Bindemitteln zum eingerüttelten/gestopften Schotter bzw. Kies hergestellt.

Zur Abschätzung des Verbesserungserfolges durch die Tiefenrüttelverdichtung können mit dem Berechnungsverfahren nach Priebe sogenannte Verbesserungsfaktoren  $n$  ermittelt werden. Zur Abschätzung von Setzungen von Gründungen auf dem verbesserten Baugrund wird der Steifemodul des ursprünglichen Baugrundes mit dem entsprechenden Verbesserungsfaktor multipliziert.

Im Bereich Gründungsplatte ist ein Raster der Tiefenrüttelstopfpunkte von i. d. R. etwa  $2 \times 2$  m bis  $2,5 \times 2,5$  m erforderlich. Das genaue Raster muss mittels einer statischen Berechnung durch die ausführende Spezialtiefbaufirma ermittelt werden.

### 5.3 Baubetriebliche Hinweise

Grundsätzlich sollten alle Erdarbeiten nur bei trockener Witterung durchgeführt werden.

Beim Aushub fallen vorwiegend grob- bis gemischtkörnige, aufgefüllte Böden (Sande) der **Bodenklasse 3** sowie organische, bindige Böden der **Bodenklasse 4** und stellenweise auch **Bodenklasse 2** (bei breiiger bis flüssiger Konsistenz) nach DIN 18300 (alt) bzw. **Homogenbereiche 1 + 2** an.

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden können lediglich für Geländemodellierungen außerhalb von Lastflächen/Verkehrsflächen verwendet werden.

## 6. SCHLUSSBEMERKUNG

Sollten sich bei Durchsicht des vorliegenden Geotechnischen Berichtes Unklarheiten ergeben, bitten wir Sie, sich umgehend mit uns in Verbindung zu setzen. Im Übrigen möchten wir darauf hinweisen, dass im Zuge der Untersuchung nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden konnten und somit Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen den Aufschlusspunkten und in Randbereichen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können.

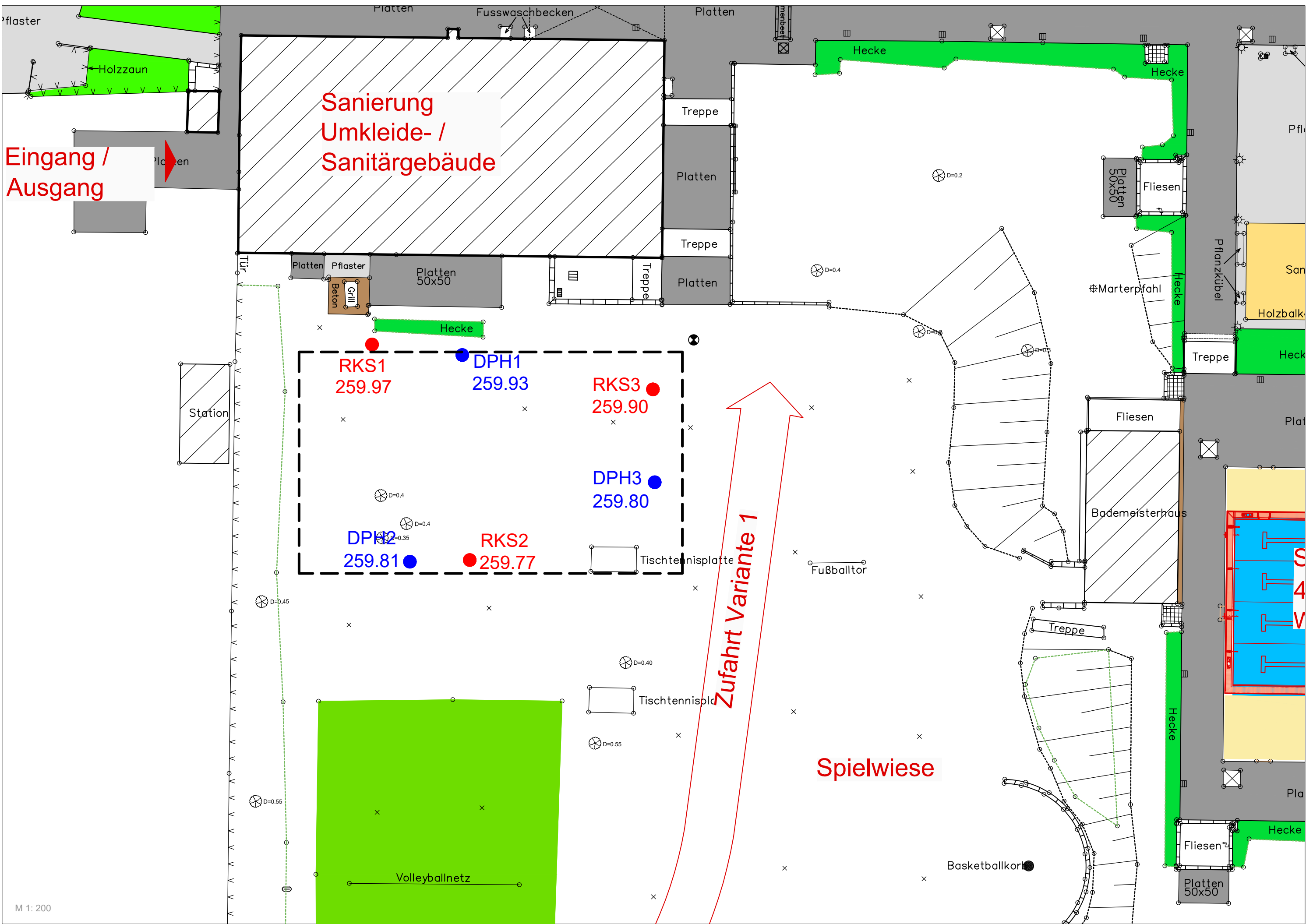
Werden bei der Bauausführung abweichende Untergrundverhältnisse festgestellt, empfehlen wir Ihnen, sich umgehend mit uns in Verbindung zu setzen.

Kaiserslautern, 13. Januar 2022

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und  
enthält deshalb keine Unterschrift

ppa. Dipl.-Ing. Michael Drees

Verteiler: 3fach AG Verbandsgemeinde Oberes Glantal, Herrn Kopp  
+ elektronische Version auf CD  
1fach Akte Peschla + Rochmes GmbH



**Legende**

- **RKS1**  
259.97 Kleinbohrung mit Höhe in m ü. NHN
- **DPH1**  
259.93 Rammsondierung mit Höhe in m ü. NHN
- Neubau Technikgebäude (ungefähre Lage)

Auftraggeber:  
Verbandsgemeinde Oberes Glantal  
Rathausstraße 8, 66904 Schönenberg-Kübelberg

Projekt:  
Neubau Technikgebäude  
Freibad Waldmohr

Plantitel:  
Lageplan mit Aufschlusspunkten

	Zeichen	Rev.-Datum	Projekt-Nr.	P21182
aufgenommen			Maßstab	1:200
bearbeitet	KM	12/2021	Blattgröße	A2
gezeichnet	BS	12/2021	Anlage-Nr.	Blatt-Nr. Revisions-Nr.
geprüft	KM	12/2021	1	1.0

**PESCHLA + ROCHMES**  
Beratendes und planendes Ingenieurbüro

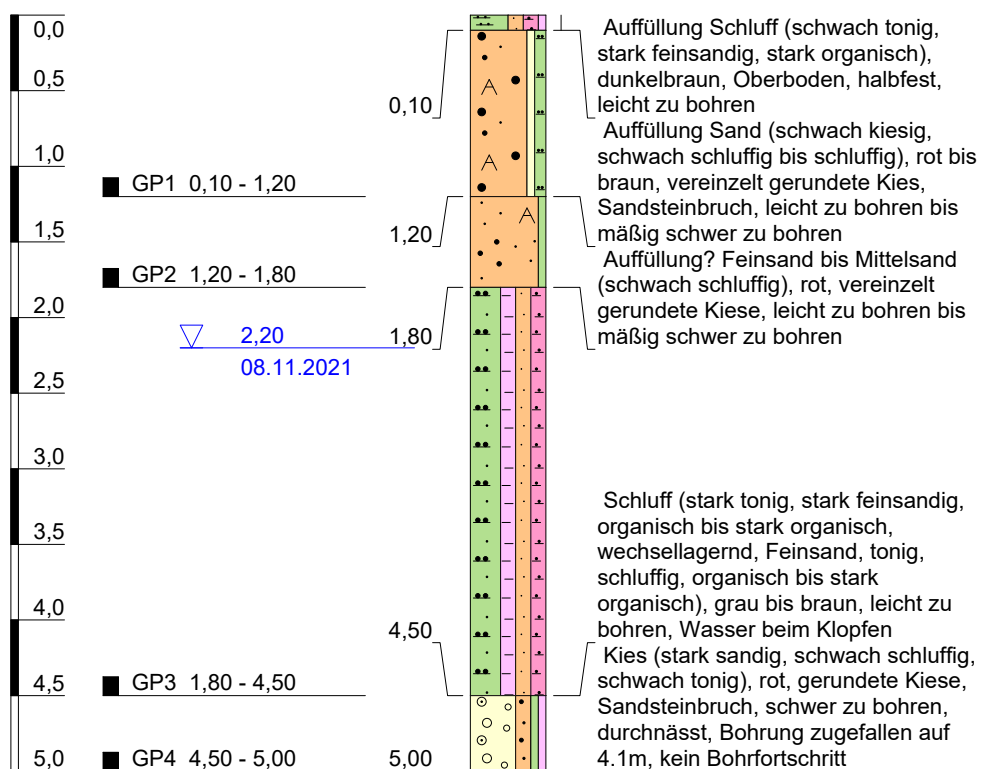
Hertelsbrunnerring 7  
67657 Kaiserslautern  
Telefon (0631) 34113-0  
Fax (0631) 34113-99  
e-mail: info@gpr.de  
Internet: www.gpr.de

S:\ACAD\VP21182\Berichte\GB1\Anlage 1.dwg

<b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6856 Fax: 0631 - 624 6855		<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			<b>Anlage:</b> <b>Bericht:</b> <b>Az.:</b>		
<b>Bauvorhaben:</b> Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr							
<b>Bohrung:</b> RKS1				259,97 m ü. NHN		<b>Datum:</b> 08.11.2021	
1	2			3		4   5   6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe   i) Kalk- gehalt				
0,10	a) Schluff (schwach tonig, stark feinsandig, stark organisch) b) Oberboden c) halbfest      d) leicht zu bohren      e) dunkelbraun f) Auffüllung      g)      h)      i)						
1,20	a) Sand (schwach kiesig, schwach schluffig bis schluffig) b) vereinzelt gerundete Kies, Sandsteinbruch c)      d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren      e) rot bis braun f) Auffüllung      g)      h)      i)				GP1	1,20	
1,80	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach schluffig) b) vereinzelt gerundete Kiese c)      d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren      e) rot f) Auffüllung?      g)      h)      i)				GP2	1,80	
4,50	a) Schluff (stark tonig, stark feinsandig, organisch bis stark organisch, wechsellagernd, Feinsand, tonig, schluffig, organisch bis stark organisch) b) c)      d) leicht zu bohren      e) grau bis braun f)      g)      h)      i)			Wasser beim Klopfen GW angetroffen bei 2,20m (08.11.2021)	GP3	4,50	
5,00	a) Kies (stark sandig, schwach schluffig, schwach tonig) b) gerundete Kiese, Sandsteinbruch c)      d) schwer zu bohren      e) rot f)      g)      h)      i)			durchnässt, Bohrung zugefallen auf 4.1m, kein Bohrfortschritt	GP4	5,00	

**RKS1**

259,97 m ü. NHN



Höhenmaßstab: 1:50

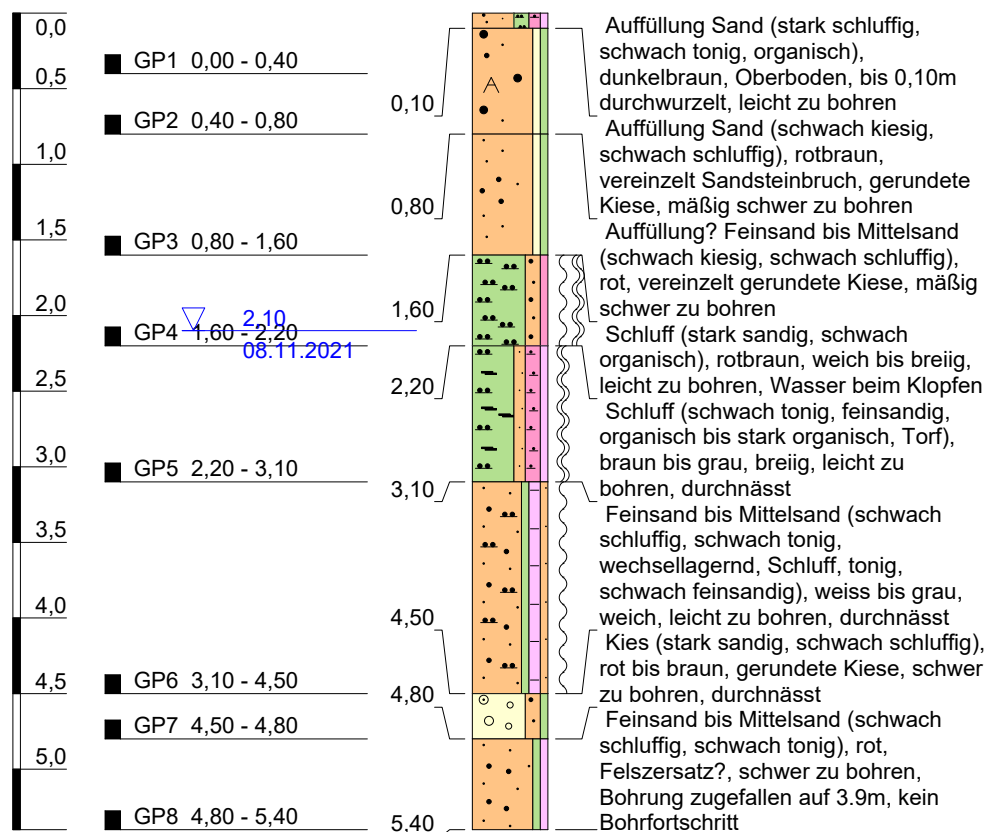
<b>Projekt:    Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>			<div><b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</div>
<b>Bohrung:    RKS1 (Kleinbohrung)</b>			
Auftraggeber:   P+R		Rechtswert:    0	
Bohrfirma:       GBM		Hochwert:       0	
Bearbeiter:      K. Merz		Ansatzhöhe: 259,97 m ü. NHN	
Datum:          08.11.2021		Endtiefe:       5,00 m	

<b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6856 Fax: 0631 - 624 6855		<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			<b>Anlage:</b> <b>Bericht:</b> <b>Az.:</b>		
<b>Bauvorhaben:</b> Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr							
<b>Bohrung:</b> RKS2				259,77 m ü. NHN		<b>Datum:</b> 08.11.2021	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe    i) Kalk- gehalt				
0,10	a) Sand (stark schluffig, schwach tonig, organisch) b) Oberboden, bis 0,10m durchwurzelt c)                      d) leicht zu bohren    e) dunkelbraun f) Auffüllung    g)                      h)                      i)						
0,80	a) Sand (schwach kiesig, schwach schluffig) b) vereinzelt Sandsteinbruch, gerundete Kiese c)                      d) mäßig schwer zu bohren    e) rotbraun f) Auffüllung    g)                      h)                      i)				GP1	0,40	
					GP2	0,80	
1,60	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach kiesig, schwach schluffig) b) vereinzelt gerundete Kiese c)                      d) mäßig schwer zu bohren    e) rot f) Auffüllung?    g)                      h)                      i)				GP3	1,60	
2,20	a) Schluff (stark sandig, schwach organisch) b) _____ c) weich bis breiig    d) leicht zu bohren    e) rotbraun f)                      g)                      h)                      i)			Wasser beim Klopfen GW angetroffen bei 2,10m (08.11.2021)	GP4	2,20	
3,10	a) Schluff (schwach tonig, feinsandig, organisch bis stark organisch, Torf) b) _____ c) breiig    d) leicht zu bohren    e) braun bis grau f)                      g)                      h)                      i)			durchnässt	GP5	3,10	

<b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6856 Fax: 0631 - 624 6855		<b>Schichtenverzeichnis</b>  für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			<b>Anlage:</b>  <b>Bericht:</b>  <b>Az.:</b>		
<b>Bauvorhaben:</b> <b>Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>							
<b>Bohrung:</b> <b>RKS2</b>				<b>259,77 m ü. NHN</b>		<b>Datum:</b> <b>08.11.2021</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>			<b>3</b>		<b>4    5    6</b>	
<b>Bis ... m unter Ansatz- punkt</b>	<b>a) Benennung der Bodenart und Beimengungen</b>			<b>Bemerkungen</b>  <b>Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges</b>	<b>Entnommene Proben</b>		
	<b>b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup></b>				<b>Art</b>	<b>Nr</b>	<b>Tiefe in m (Unter- kante)</b>
	<b>c) Beschaffenheit nach Bohrgut</b>	<b>d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang</b>	<b>e) Farbe</b>				
	<b>f) Übliche Benennung</b>	<b>g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung</b>	<b>h) <sup>1)</sup> Gruppe    i) Kalk-gehalt</b>				
4,50	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach schluffig, schwach tonig, wechsellagernd, Schluff, tonig, schwach feinsandig) <hr/> b) <hr/> c) weich            d) leicht zu bohren            e) weiss bis grau <hr/> f)            g)            h)            i)			durchnässt		GP6    4,50	
4,80	a) Kies (stark sandig, schwach schluffig) <hr/> b) gerundete Kiese <hr/> c)            d) schwer zu bohren            e) rot bis braun <hr/> f)            g)            h)            i)			durchnässt		GP7    4,80	
5,40	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach schluffig, schwach tonig) <hr/> b) Felszersatz? <hr/> c)            d) schwer zu bohren            e) rot <hr/> f)            g)            h)            i)			Bohrung zugefallen auf 3.9m, kein Bohrfortschritt		GP8    5,40	

**RKS2**

259,77 m ü. NHN



Höhenmaßstab: 1:50

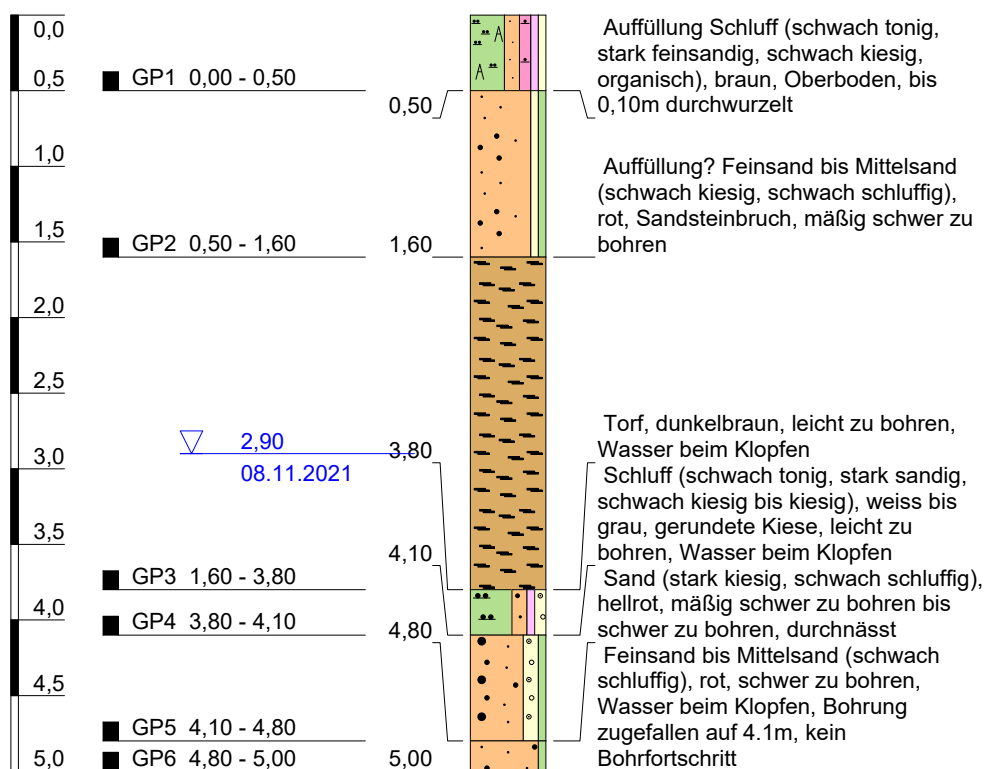
<b>Projekt:    Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>			<div><b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</div>
<b>Bohrung:    RKS2 (Kleinbohrung)</b>			
Auftraggeber:   P+R		Rechtswert:    0	
Bohrfirma:      GBM		Hochwert:      0	
Bearbeiter:     K. Merz		Ansatzhöhe: 259,77 m ü. NHN	
Datum:        08.11.2021		Endtiefe:      5,40 m	



<b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6856 Fax: 0631 - 624 6855		<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				<b>Anlage:</b> <b>Bericht:</b> <b>Az.:</b>		
<b>Bauvorhaben:</b> <b>Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>								
<b>Bohrung:</b> <b>RKS3</b>				<b>259,90 m ü. NHN</b>		<b>Datum:</b> <b>08.11.2021</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>			<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Bis</b>  <b>... m</b> <b>unter</b> <b>Ansatz-</b> <b>punkt</b>	<b>a) Benennung der Bodenart und Beimengungen</b>			<b>Bemerkungen</b>  <b>Sonderprobe</b> <b>Wasserführung</b> <b>Bohrwerkzeuge</b> <b>Kernverlust</b> <b>Sonstiges</b>	<b>Entnommene Proben</b>			
	<b>b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup></b>				<b>Art</b>	<b>Nr</b>	<b>Tiefe in m (Unter- kante)</b>	
	<b>c) Beschaffenheit nach Bohrgut</b>	<b>d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang</b>	<b>e) Farbe</b>					
	<b>f) Übliche Benennung</b>	<b>g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung</b>	<b>h) <sup>1)</sup> Gruppe</b> <b>i) Kalk- gehalt</b>					
0,50	a) Schluff (schwach tonig, stark feinsandig, schwach kiesig, organisch) b) Oberboden, bis 0,10m durchwurzelt c)            d)            e) braun f) Auffüllung            g)            h)            i)					GP1	0,50	
1,60	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach kiesig, schwach schluffig) b) Sandsteinbruch c)            d) mäßig schwer zu bohren            e) rot f) Auffüllung?            g)            h)            i)					GP2	1,60	
3,80	a) Torf b) c)            d) leicht zu bohren            e) dunkelbraun f)            g)            h)            i)			Wasser beim Klopfen GW angetroffen bei 2,90m (08.11.2021)		GP3	3,80	
4,10	a) Schluff (schwach tonig, stark sandig, schwach kiesig bis kiesig) b) gerundete Kiese c)            d) leicht zu bohren            e) weiss bis grau f)            g)            h)            i)			Wasser beim Klopfen		GP4	4,10	
4,80	a) Sand (stark kiesig, schwach schluffig) b) c)            d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren            e) hellrot f)            g)            h)            i)			durchnässt		GP5	4,80	
5,00	a) Feinsand bis Mittelsand (schwach schluffig) b) c)            d) schwer zu bohren            e) rot f)            g)            h)            i)			Wasser beim Klopfen, Bohrung zugefallen auf 4.1m, kein Bohrfortschritt		GP6	5,00	

**RKS3**

259,90 m ü. NHN

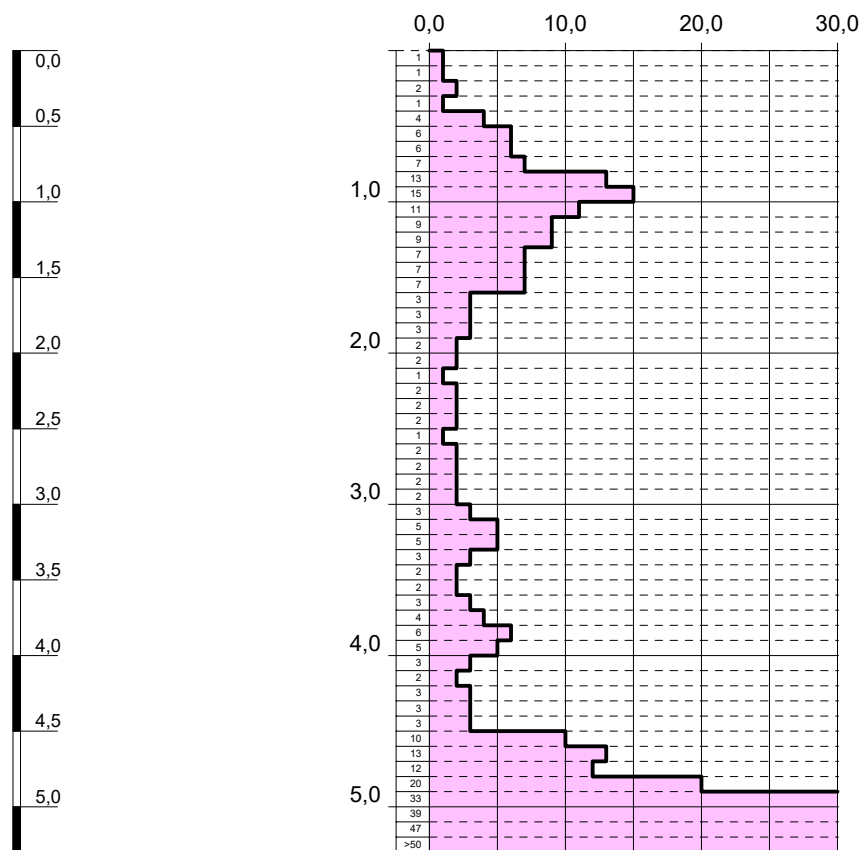


Höhenmaßstab: 1:50

<b>Projekt:    Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>			<div><b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</div>
<b>Bohrung:   RKS3 (Kleinbohrung)</b>			
Auftraggeber:   P+R		Rechtswert:   0	
Bohrfirma:      GBM		Hochwert:     0	
Bearbeiter:     K. Merz		Ansatzhöhe: 259,90 m ü. NHN	
Datum:          08.11.2021		Endtiefe:      5,00 m	

259,93 m ü. NHN

DPH1

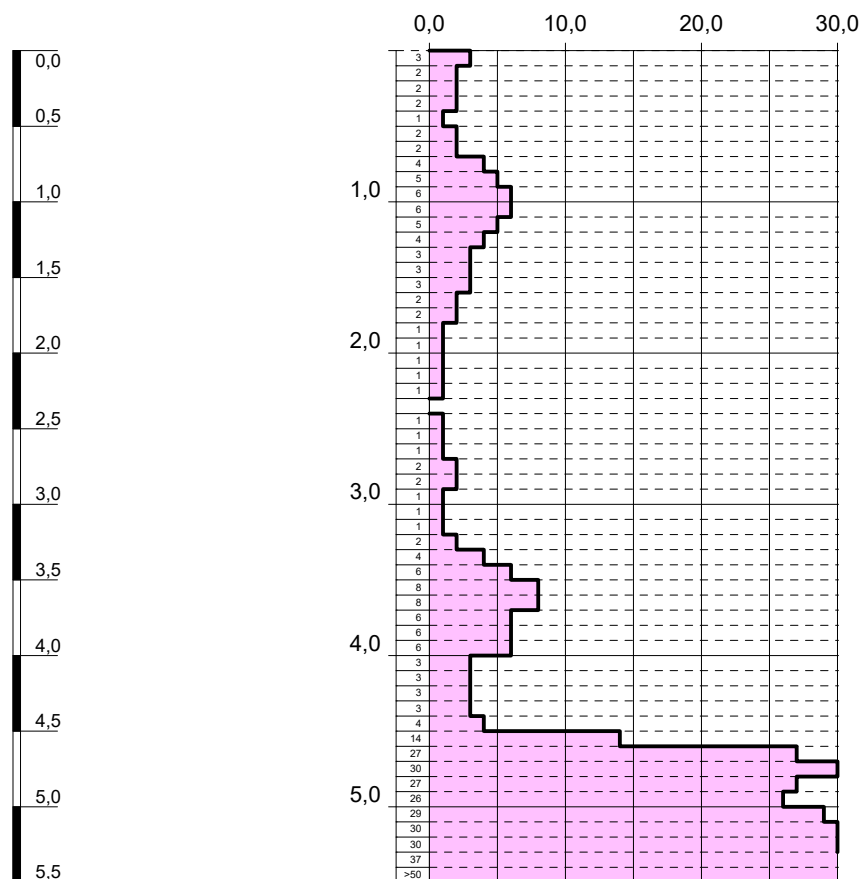


Höhenmaßstab: 1:50

<b>Projekt:    Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>			<div><b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</div>
<b>Bohrung:    DPH1 (Rammsondierung)</b>			
Auftraggeber:   P+R		Rechtswert:    0	
Bohrfirma:      GBM		Hochwert:      0	
Bearbeiter:     K. Merz		Ansatzhöhe: 259,93 m ü. NHN	
Datum:        08.11.2021		Endtiefe:      5,30 m uGOK	

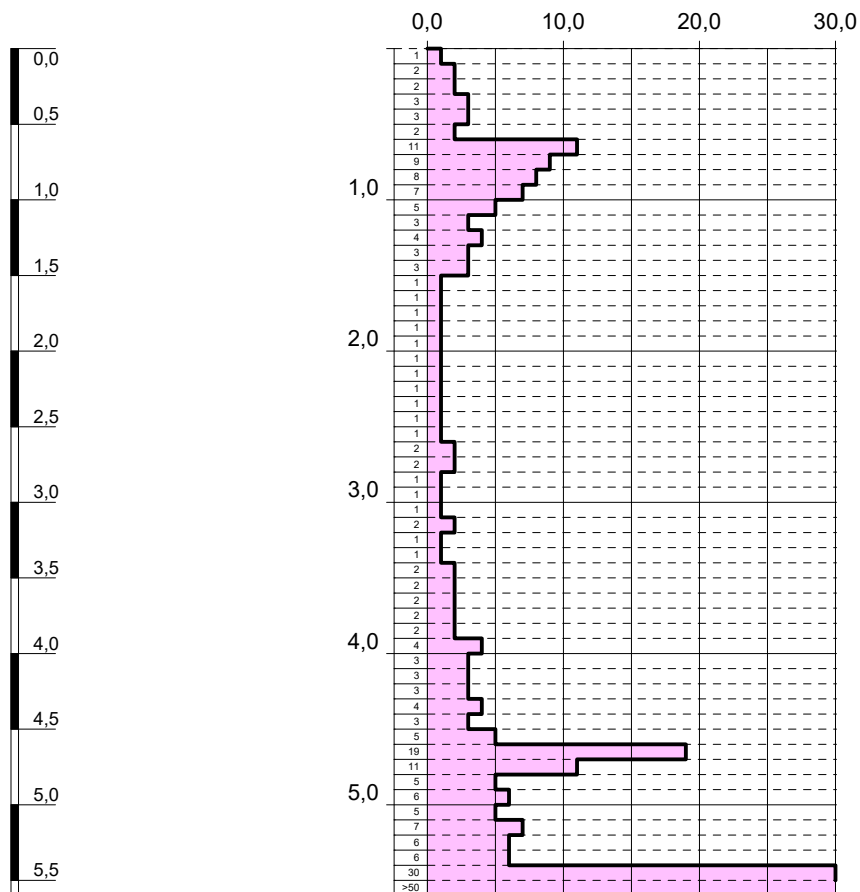
259,81 m ü. NHN

DPH2



259,80 m ü. NHN

## DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

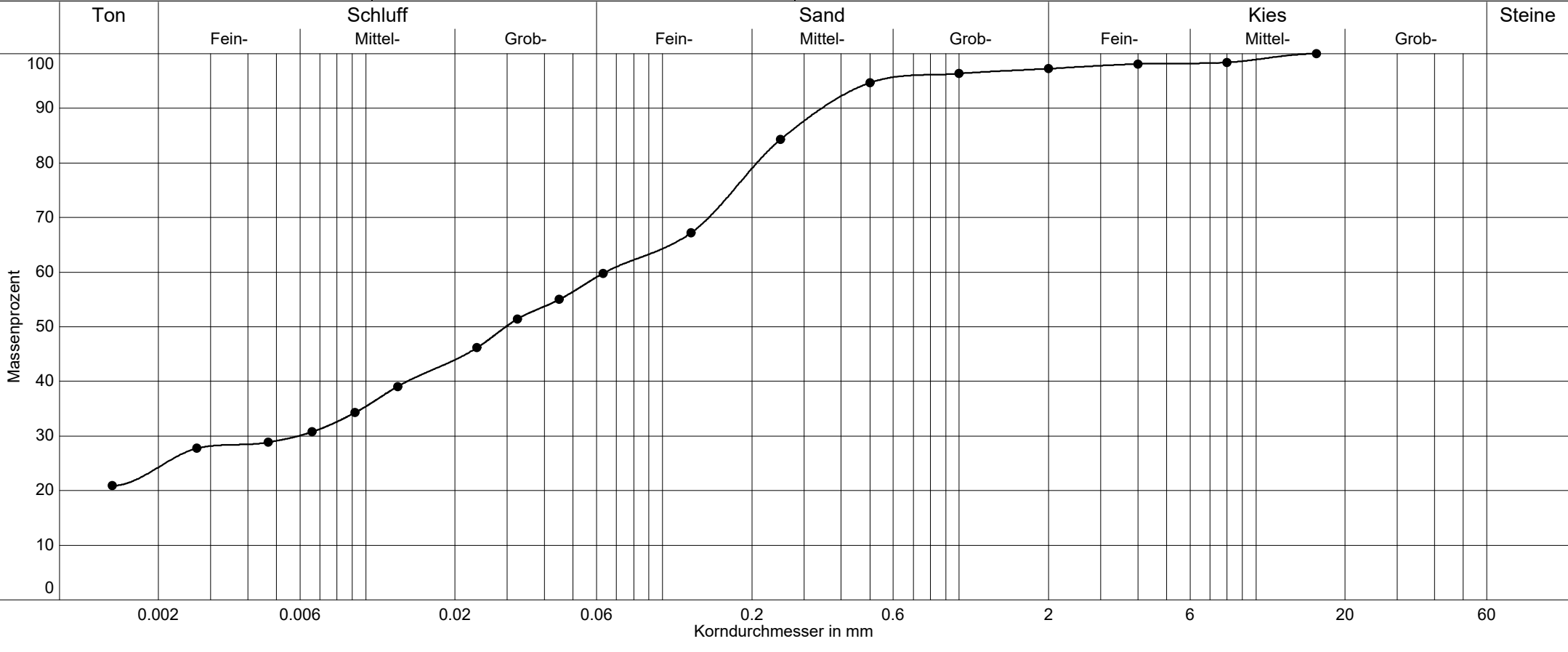
<b>Projekt:    Neubau Technikgebäude Freibad, Waldmohr</b>			<div><b>GBM</b> Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</div>
<b>Bohrung:    DPH3 (Rammsondierung)</b>			
Auftraggeber: P+R		Rechtswert:    0	
Bohrfirma:    GBM		Hochwert:      0	
Bearbeiter:   K. Merz		Ansatzhöhe: 259,80 m ü. NHN	
Datum:       08.11.2021		Endtiefe:     5,60 m uGOK	

Geotechnisches Büro Moser  
Nordbahnstraße 15a  
67657 Kaiserslautern  
www.geotechnik-moser.de

# Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr  
Projektnr.: P21182  
Anlage :



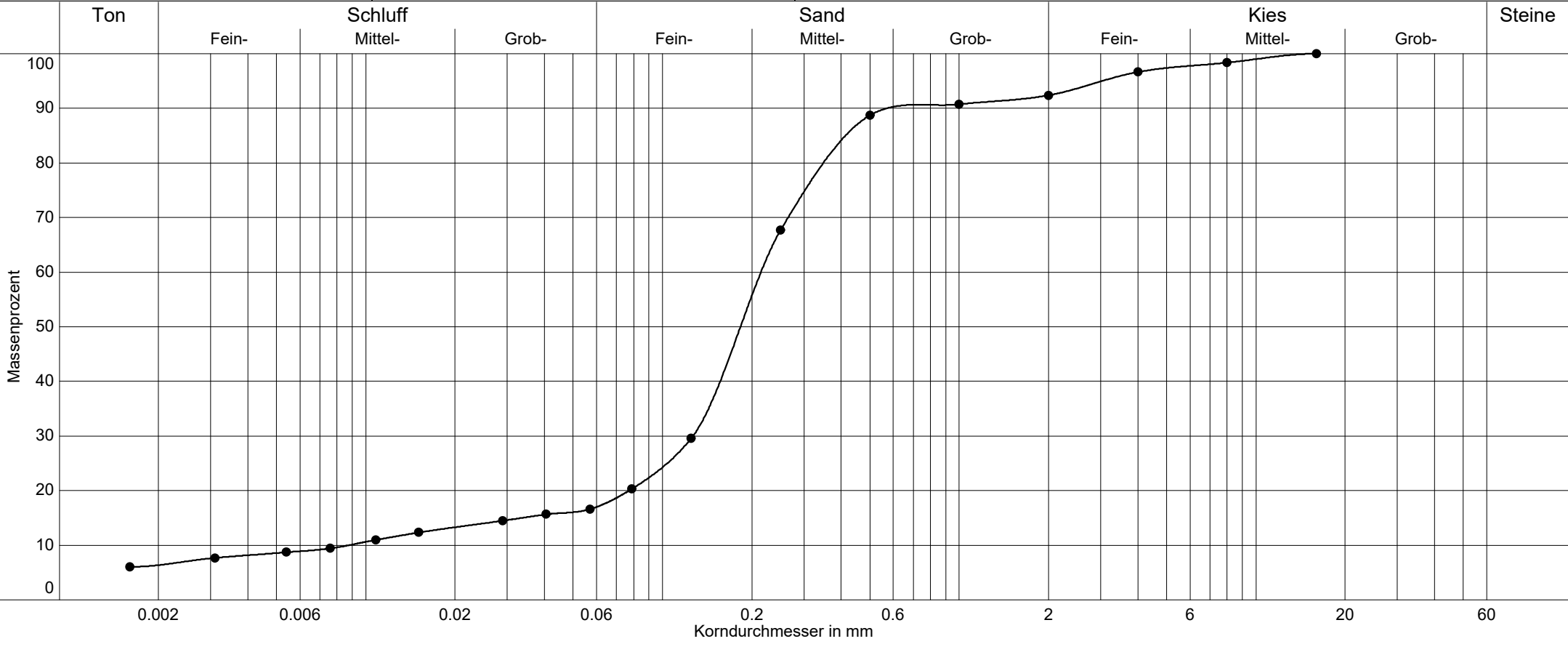
Labornummer	—●— KV 001			
Entnahmestelle	RKS 1/6			
Entnahmetiefe	1,80 - 4,50 m			
Bodengruppe	UM/OU			
Ungleichförm. Cu	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Kornfrakt. T/U/S/G	24.3/35.5/37.5/2.7 %			
Anteil < 0.063 mm	59.8 %			
Wassergehalt	-			

Geotechnisches Büro Moser  
Nordbahnstraße 15a  
67657 Kaiserslautern  
www.geotechnik-moser.de

# Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr  
Projektnr.: P21182  
Anlage :



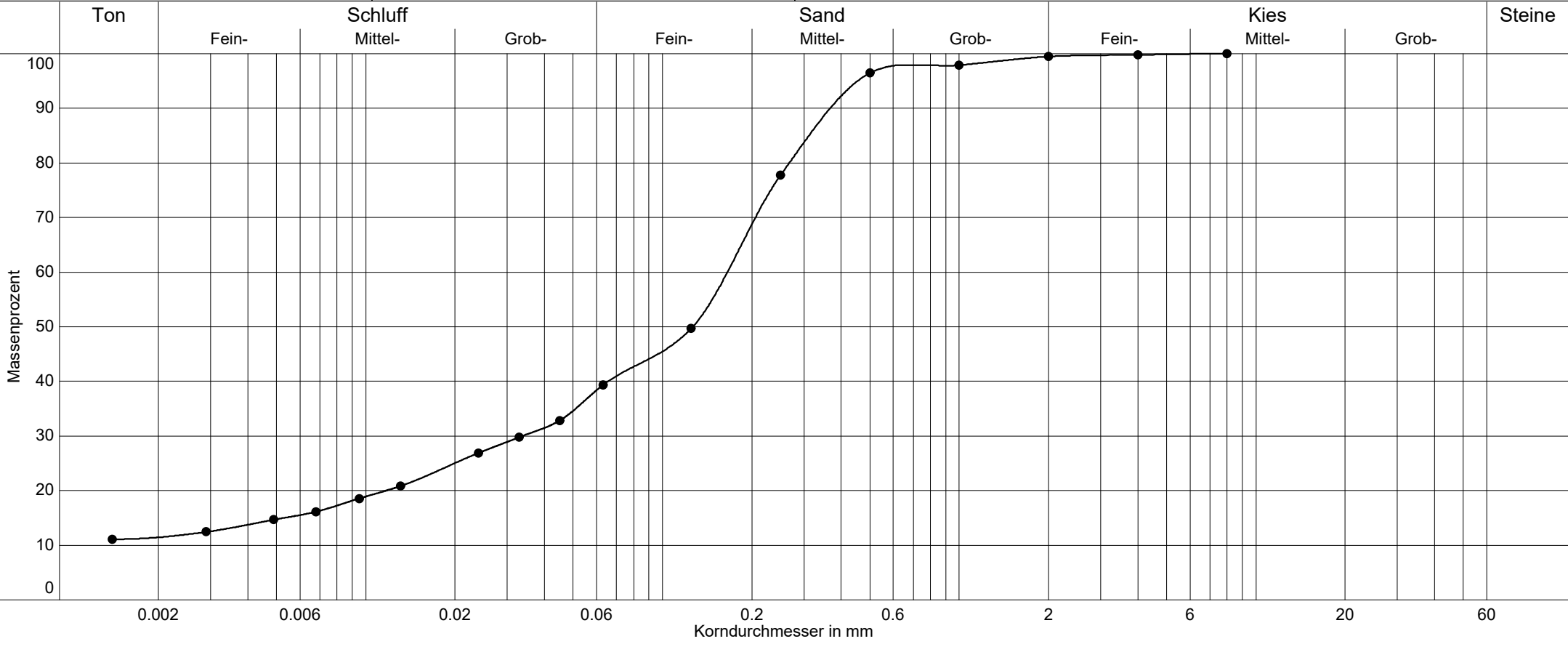
Labornummer	—●— KV 002			
Entnahmestelle	RKS 2/4			
Entnahmetiefe	1,60 - 2,20 m			
Bodengruppe	SÜ/UL			
Ungleichförm. Cu	24.5			
Krümmungszahl Cc	8.5			
Kornfrakt. T/U/S/G	6.4/11.1/74.9/7.6 %			
Anteil < 0.063 mm	17.5 %			
Wassergehalt	-			

Geotechnisches Büro Moser  
Nordbahnstraße 15a  
67657 Kaiserslautern  
www.geotechnik-moser.de

# Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr  
Projektnr.: P21182  
Anlage :

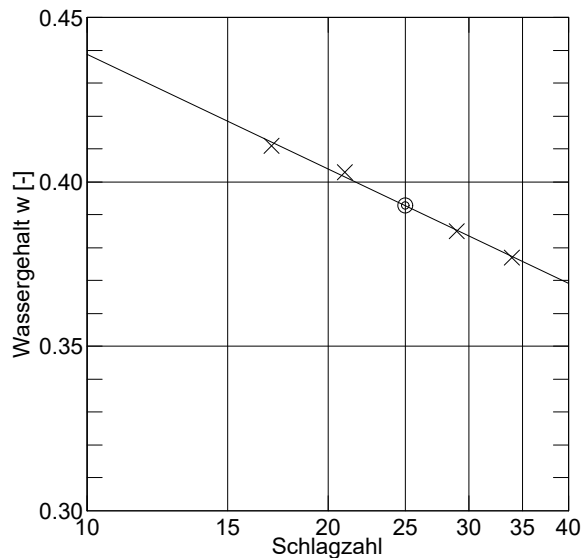


Labornummer	—●— KV 003			
Entnahmestelle	RKS 2/6			
Entnahmetiefe	3,10 - 4,50 m			
Bodengruppe	SÜ/UL			
Ungleichförm. Cu	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Kornfrakt. T/U/S/G	11.4/27.9/60.2/0.5 %			
Anteil < 0.063 mm	39.3 %			
Wassergehalt	-			

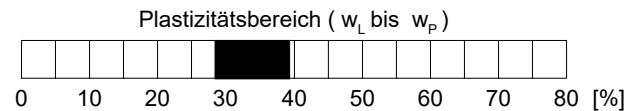


Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr		
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: P21182	Anlage 4.2, Blatt 1	
67657 Kaiserslautern	Anlage : Blatt:		
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: PL 001		
<b>Zustandsgrenzen</b> DIN 18 122	Entnahmestelle: RKS 1/6		
	Tiefe : 1,80 - 4,50 m		
	Bodengruppe : UM/OU		
	Art der Entn. : GP		
	Entn. am : 08.11.2021		

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		a	b	c	d	A	B	C	
Zahl der Schläge		34	29	21	17				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	22.68	19.57	18.17	25.25	21.19	19.46	25.67	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	20.41	17.87	16.98	23.13	19.45	18.21	24.36	
Behälter	$m_B$ [g]	14.39	13.45	14.03	17.97	13.31	13.82	19.75	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.27	1.70	1.19	2.12	1.74	1.25	1.31	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	6.02	4.42	2.95	5.16	6.14	4.39	4.61	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.377	0.385	0.403	0.411	0.283	0.285	0.284	0.284



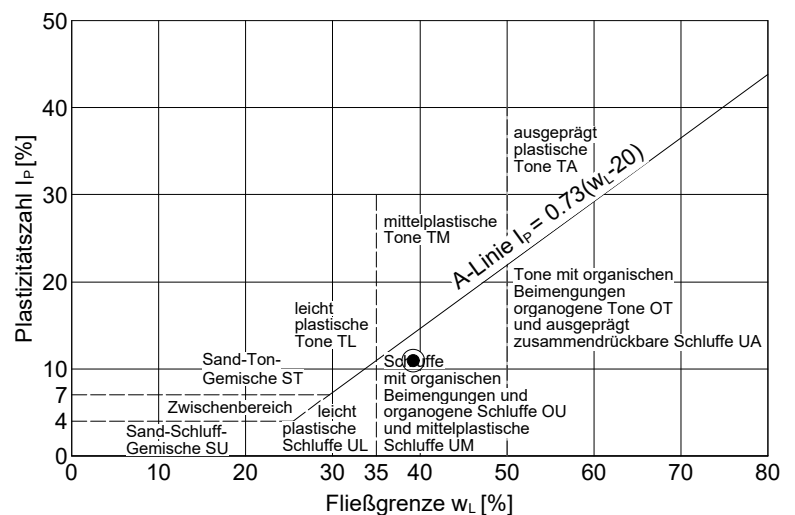
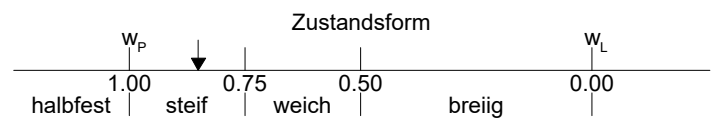
Wassergehalt  $w_N = 0.300$   
Fließgrenze  $w_L = 0.393$   
Ausrollgrenze  $w_P = 0.284$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_P = 0.109$

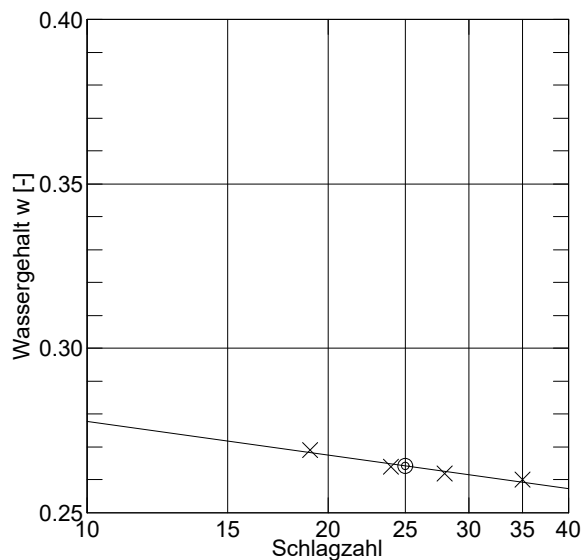
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.147$

Konsistenzzahl  $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.853$

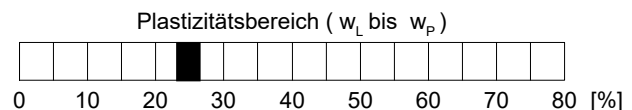


Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr		
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: P21182	Anlage 4.2, Blatt 2	
67657 Kaiserslautern	Anlage : Blatt:		
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: PL 002		
<b>Zustandsgrenzen</b> DIN 18 122	Entnahmestelle: RKS 2/4		
	Tiefe : 1,60 - 2,20 m		
	Bodengruppe : UL/SU*		
	Art der Entn. : GP		
	Entn. am : 08.11.2021		

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze				
	a	b	c	d		A	B	V		
Zahl der Schläge	35	28	24	19						
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	24.76	32.49	31.36	29.32		18.45	21.82	18.47		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	22.44	28.55	28.93	27.00		17.49	20.32	17.54		
Behälter $m_B$ [g]	13.53	13.51	19.71	18.37		13.45	13.75	13.43		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	2.32	3.94	2.43	2.32		0.96	1.50	0.93		
Trockene Probe $m_t$ [g]	8.91	15.04	9.22	8.63		4.04	6.57	4.11	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.260	0.262	0.264	0.269		0.238	0.228	0.226	0.231	



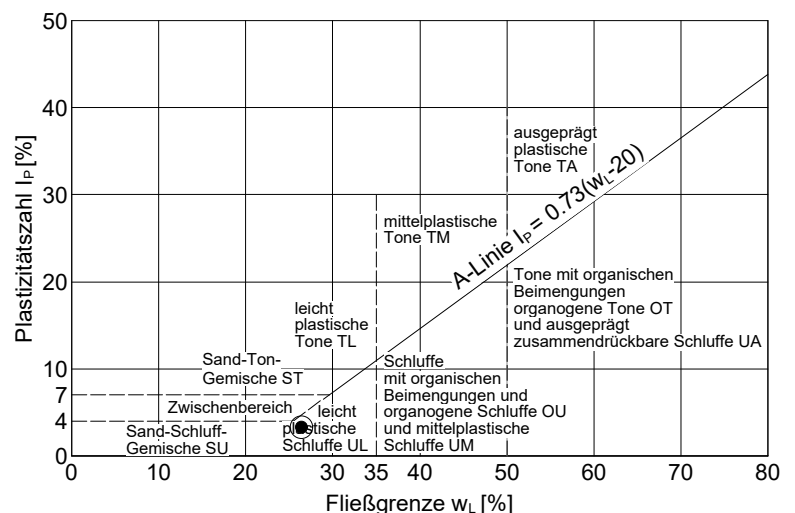
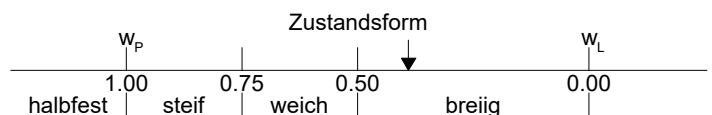
Wassergehalt  $w_N = 0.251$   
 Fließgrenze  $w_L = 0.264$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 0.231$




Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_P = 0.033$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.606$

Konsistenzzahl  $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.394$




 <b>Geotechnisches Büro Moser</b> Nordbahnstraße 15a 67657 Kaiserslautern	Projekt Nr.: P21182	
	Projekt: Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr	
<b>Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128</b>	Anlage:	
	Blatt:	
ausgeführt am: 06.12.2021	durch: Mo	
geprüft am: 08.12.2021	durch: CF	

Entnahmestelle:	RKS 1/6		
Tiefe:	1,80 - 4,50 m		
Behälter Nr.	7	6	9
Ungeglühte Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	51,8	57,04	58,04
Geglühte Probe + Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]	50,63	55,79	56,33
Behälter $m_B$ [g]	28,43	32,98	25,65
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$ [g]	1,17	1,25	1,71
Ungeglühte Probe $m_d$ [g]	23,37	24,06	32,39
Glühverlust $m_{gl} / m_d$	5,01	5,20	5,28
Mittelwert Glühverlust $V_{gl}$	<b>5,16</b>		

Entnahmestelle:	RKS 2/5		
Tiefe:	2,20 - 3,10 m		
Behälter Nr.	3	5	8
Ungeglühte Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	57,99	58,45	61,54
Geglühte Probe + Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]	56,04	56,4	59,23
Behälter $m_B$ [g]	25,88	26,69	27,52
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$ [g]	1,95	2,05	2,31
Ungeglühte Probe $m_d$ [g]	32,11	31,76	34,02
Glühverlust $m_{gl} / m_d$	6,07	6,45	6,79
Mittelwert Glühverlust $V_{gl}$	<b>6,44</b>		

Bemerkungen

 <b>Geotechnisches Büro Moser</b> Nordbahnstraße 15a 67657 Kaiserslautern	Projekt Nr.: P21182	
	Projekt: Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr	
<b>Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128</b>	Anlage:	
	Blatt:	
ausgeführt am: 06.12.2021	durch: Mo	
geprüft am: 08.12.2021	durch: CF	

Entnahmestelle:	RKS 3/3		
Tiefe:	1,60 - 3,80 m		
Behälter Nr.	1	7	9
Ungeglühte Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	19,87	20,23	20,23
Geglühte Probe + Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]	18,32	18,42	18,46
Behälter $m_B$ [g]	11,33	10,58	11,07
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$ [g]	1,55	1,81	1,77
Ungeglühte Probe $m_d$ [g]	8,54	9,65	9,16
Glühverlust $m_{gl} / m_d$	18,15	18,76	19,32
Mittelwert Glühverlust $V_{gl}$	<b>18,74</b>		

Entnahmestelle:			
Tiefe:			
Behälter Nr.			
Ungeglühte Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]			
Geglühte Probe + Behälter $m_{gl} + m_B$ [g]			
Behälter $m_B$ [g]			
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$ [g]			
Ungeglühte Probe $m_d$ [g]			
Glühverlust $m_{gl} / m_d$			
Mittelwert Glühverlust $V_{gl}$			

Bemerkungen

Peschla & Rochmes GmbH  
Hertelsbrunnenring 7  
67657 Kaiserslautern

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>803/7472</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.12.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Peschla & Rochmes GmbH  
Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr  
Projekt-Nr. : P21182  
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Rammkernsondierung  
Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 08.11.2021  
Probeneingang : 08.12.2021 Originalbezeich. : MP 1 (RKS 1/1+ RKS 1/2)  
Probenbezeich. : 803/7472 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
Untersuch.-zeitraum : 08.12.2021 – 13.12.2021

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (LAGA TR Tab. II.1.2-4)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,3		-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
TOC	[% TS]	0,24		0,5	0,5	1,5	5		DIN EN 13137 :2001-12
Arsen	[mg/kg TS]	4,6		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	10		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	7,4		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	11		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	69		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (LAGA TR Tab. II.1.2-5)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,67		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	40		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	11		150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		20	20	50	200	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA TR:2004) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 13.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

Peschla & Rochmes GmbH  
Hertelsbrunnenring 7  
67657 Kaiserslautern

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>803/7473</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.12.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Peschla & Rochmes GmbH  
Projekt : Neubau Technikgebäude Freibad Waldmohr  
Projekt-Nr. : P21182  
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Rammkernsondierung  
Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 08.11.2021  
Probeneingang : 08.12.2021 Originalbezeich. : MP 2 (RKS 2/2+ RKS 3/2)  
Probenbezeich. : 803/7473 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
Untersuch.-zeitraum : 08.12.2021 – 13.12.2021

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (LAGA TR Tab. II.1.2-4)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

7.1 Angewandte Parameter, Schwermetalle									
Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,6		-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
TOC	[% TS]	0,18		0,5		0,5	1,5	5	DIN EN 13137 :2001-12
Arsen	[mg/kg TS]	4,9		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	12		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	11		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	6,8		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	12		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	63		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1		1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100		200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-		400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-		-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10



## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (LAGA TR Tab. II.1.2-5)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,42		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	35		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		< 0,5	< 0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	13		150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		20	20	50	200	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA TR:2004) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 13.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)



BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10  
 87733 Markt Rettenbach  
 Tel. 083 92/921-0  
 Fax 083 92/921-30  
 bv@bv-analytik.de

 Peschla & Rochmes GmbH  
 Hertelsbrunnenring 7  
 67657 Kaiserslautern

<b>Analysenbericht Nr.:</b>	<b>21/06275</b>	<b>Datum:</b>	<b>22.11.2021</b>
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Peschla & Rochmes GmbH		
Projekt	: Sanierung Betriebsgebäude Freibad Waldmohr		
Art der Probe	: Grundwasser	Entnahmestelle	: GWM
Originalbezeichnung	: RKS2 (GWM)	Entnahmedatum	: 10.11.2021
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Probeneingang	: 10.11.2021
Bearbeitungszeitraum	: 10.11.2021 – 15.11.2021	Analysenbericht Nr.	: 21/06275

## 2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1 <sup>a)</sup>			Methode
			schwach	stark	sehr stark	
Aussehen	-	farblos				
Geruch (unveränderte Probe)	-	unauffällig				
Geruch (angesäuerte Probe)	-	unauffällig				
pH-Wert	-	6,49	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	513	-	-	-	EN 27 888
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,12	-	-	-	DIN 38409-H 7
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	mg / l	67,7	-	-	-	DIN 38409-H 5
Härte [CaCO <sub>3</sub> ]	meq/l/l	5,74	-	-	-	DIN 38409-H 6
Härtehydrogencarbonat	meq/l/l	5,19	-	-	-	DIN 38409-H 6
Nichtcarbonathärte	meq/l/l	0,55	-	-	-	DIN 38409-H 6
Magnesium	mg / l	22	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 11885
Ammonium	mg / l	9,76	15-30	30-60	>60	DIN 38 406 E 5
Chlorid	mg / l	38,5	-	-	-	DIN 38 405 D 19
Sulfat	mg / l	17,1	200-600	600-3000	>3000	DIN 38 405 D 19
Kalkaggr. Kohlensäure	mg / l	< 10	15-40	40-100	>100	DIN 38 404 C10
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	mg / l	< 0,02	-	-	-	DIN 38 405 D 26
<sup>a)</sup> Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser)						
<b>5. Beurteilung</b>						
Das Wasser ist: <input checked="" type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> sehr stark - betonangreifend.						

Markt Rettenbach, den 22.11.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl. Ing. (FH) A. Schmid