



+ PROJEKT

**Errichtung Parkresort Palais Victoria,
Finkenbach-Gersweiler**

+ AUFTRAG

Hydrogeologische und geotechnische
Stellungnahme zur Machbarkeitsstudie

**+ PROJEKTLEITER
SACHBEARBEITER**

Dipl.-Ing. Andreas Metzger
Kerstin Faust M. Sc. Geowiss.
Vanessa Kahl M. Sc. Hydrol.
Dipl.-Ing. Kai Merz

+ AUFTRAGGEBER

Udo Schecker
Parkresort-Palais-Victoria
PPV-Grundbesitz GmbH & Co KG
Saalgasse 18
60311 Frankfurt am Main

. Ausfertigung vom 29. Januar 2020

AZ: P20217\...\EB1_200129

+ Peschla + Rochmes GmbH
Hauptsitz Kaiserslautern
Hertelsbrunnenring 7
67657 Kaiserslautern
Tel.: +49(0)631/3 4113-0
E-Mail: info@gpr.de
Internet: www.gpr.de
Sitz der Gesellschaft:
Kaiserslautern
Amtsgericht Kaiserslautern:
HRB 3029

INHALTSVERZEICHNIS

		<u>Seite</u>
1.	VORGANG	5
2.	LAGE, ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN	6
3.	GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	8
4.	UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	10
5.	ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	11
5.1	Bodenaufbau und Grundwasser	11
5.2	Hangstabilität	13
5.3	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	14
5.4	Bodengruppen, Bodenklassen, Frostklassen, Homogenbereiche	15
5.5	Bodenkennwerte	17
6.	BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE HINSICHTLICH TRAGFÄHIGKEIT, VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT, ERSCHLIESSUNG; BAUBETRIEBLICHE HINWEISE	18
6.1	Allgemeine Bebaubarkeit / Bauwerksgründung	19
6.2	Gründung von Gebäuden im Hangbereich	19
6.3	Gründung von Gebäuden im Bereich der Talaue	21
6.4	Umgang mit Aushubmaterial	22
7.	SCHLUSSBEMERKUNG	23

ANLAGEN

- 1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- 2 Lageplan mit Aufschlusspunkten, Maßstab 1 : 2.000
- 3 Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile Kleinbohrungen, Blatt 1 – 16
- 4 Schichtenverzeichnisse und Ausbauskizzen Grundwassermessstellen, Blatt 1 – 6
- 5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboranalysen
- 6 Bestimmung der Korngrößenverteilung, Blatt 1 – 3
- 7 Bestimmung der Zustandsgrenzen (Konsistenz), Blatt 1 – 2

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Planungsfläche Parkresort Palais Victoria mit Darstellung der gepl. Gebäude und Gewässeranlagen	6
Abbildung 2: Auszug aus geologischer Karte, Finkenbach-Gersweiler	8
Abbildung 3: Auszug aus geologischer Karte (Legende), Finkenbach-Gersweiler.....	9

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Umfang bodenmechanischer Analysen	10
Tabelle 2: Ergebnisse der komb. Sieb-/Schlammanalysen	14
Tabelle 3: Ergebnisse der Plastizitätsbestimmungen	14
Tabelle 4: Bodengruppen, Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Frostklassen, Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu)	15
Tabelle 5: Bodenkennwerte	17

VERWENDETE UNTERLAGEN

- [1] Residenzclub Hofgut Finkenbach, Bebauungsplan / Baumassenplan, Fassung vom 12.04.2004, M 1 : 500
- [2] Parkresort Palais Victoria, Grundrisse und Schnitte Villen (Typ A, B, C) Bhochdrei Architekten, Frankfurt a. M., Stand: 27. Februar 2017
- [3] Masterplan, Korrekturen am Bebauungsplan, Stand 06. Oktober 2020
- [4] Park Palais Resort Victoria, Finkenbach, Lageplan und Schnitte Gebäude im Talbereich, Architechnic International AG, ohne Datum
- [5] Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1 : 25000, Blatt 6312 Rockenhausen, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Mainz

1. VORGANG

In Finkenbach Gersweiler ist die Errichtung eines ca. 35 ha großen Resortparks, „Parkresort Palais Victoria“, geplant. Es handelt sich um eine Anlage mit mehreren Gebäuden, Wegenetzen und Straßen, Grünanlagen sowie Entwässerungsgräben und Seen.

Im Vorfeld der Maßnahme werden zur weiteren Planung nähere Kenntnisse über die örtliche Untergrund- und Grundwassersituation im Bereich des geplanten Bauvorhabens erforderlich.

Unser Büro, die *Peschla + Rochmes GmbH (P+R)*, Kaiserslautern, wurde durch die *PPV-Grundbesitz GmbH & Co KG*, beauftragt, eine orientierende Untersuchung des Baugrundes und der örtlichen Grundwasserverhältnisse durchzuführen, die Ergebnisse auszuwerten und im Rahmen eines Erläuterungsberichtes Aussagen zur Gründung von Gebäuden sowie zur hydrogeologischen Situation vorzunehmen.

2. LAGE, ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN

Die Ortsgemeinde Finkenbach-Gersweiler liegt ca. 26 km nördlich der Stadt Kaiserslautern, im Donnersbergkreis in Rheinland-Pfalz (vgl. Anlage 1).

Das Resort soll im nordöstlichen Bereich der Gemeinde Finkenbach-Gersweiler im Anschluss an die derzeit vorhandene Bebauung auf einer Fläche von ca. 35 ha entstehen (vgl. Anlage 1 und Abbildung 1).



Abbildung 1: Planungsfläche Parkresort Palais Victoria mit Darstellung der gepl. Gebäude und Gewässeranlagen

Für die Errichtung des Resorts ist überwiegend der Neubau von Gebäuden, Außenanlagen und Verkehrswegen vorgesehen. Die aktuell im Talbereich noch vorhandenen Gebäude des ehemaligen Landgutes Viktoriastift werden jedoch ebenfalls integriert.

Die gesamte Planungsfläche erstreckt sich ausgehend vom Moschelbach hangaufwärts in Richtung Südosten.

Das aktuelle Geländeniveau im Bereich der Talaue liegt etwa bei 210 – 220 mNN. Im Bereich der südöstlichen Begrenzung liegt das Gelände etwa im Niveau 270 – 280 mNN. Der Hang hat eine Neigung von i. M etwa 10° – 14°, stellenweise von bis zu 17°.

Die gemäß den uns vorliegenden Planunterlagen größeren Gebäude und Anlagen im Nahbereich des Moschelbaches liegen in relativ flachem Gelände im Bereich der Talaue [1][3]. Die übrigen Gebäude liegen im Hangbereich und somit in vergleichsweise steilem Terrain.

Abgesehen von den bereits vorhandenen Gebäuden des ehemaligen Landgutes unterliegt die Planungsfläche derzeit zum überwiegenden Teil einer landwirtschaftlichen Nutzung. Untergeordnet liegen auch Waldflächen vor.

Im Parkresort sind u. a. folgende Neubauten geplant [1]:

- **Hotels, Restaurants, Kliniken, Wellnessbäder**
- **Seen, Wasserfälle, Wasserläufe, Parkanlagen**
- **Straßen, Fußwege,**
- **Parkflächen, Hoch- und Tiefgaragen**
- **Wohnhäuser**

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes werden hinsichtlich der Gründung der Gebäude auf Grundlage der vorliegenden Pläne zunächst allgemeine Angaben gemacht. Im Hinblick auf die Errichtung der drei geplanten Seen im Bereich der Talaue werden Aussagen zur Hydrogeologie bzw. zur vorhandenen Grundwassersituation gemacht.

3. GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE

Die Planungsfläche erstreckt sich ausgehend von der Talau des Moschelbachs hangaufwärts in Richtung Südosten. Der Moschelbach (Gewässer 3. Ordnung), welcher als natürlicher Vorfluter des Talbereiches und der angrenzenden Hänge fungiert, entwässert Richtung Nordosten.

Gemäß der geologischen Karte [5] befindet sich das Untersuchungsgebiet im Rotliegend. In der Talau wird das Rotliegend von Holozänen Auensedimenten aus Lehm, Ton und Schluff z. T. mit kiesigen Ablagerungen überdeckt. Diese bindigen Auensedimente entstehen durch fluviatile Ablagerung von Bodenteilchen in der Umgebung von Fließgewässern.

An den nordwestlichen Hängen des Untersuchungsgebietes steht die Lauterecken-Formation des Rotliegend an und an den südöstlichen Hängen die Jeckenbach-Subformation, dazwischen verläuft eine Störung (siehe Abbildung 2 und 3).

Die Lauterecken-Formation besteht aus einer Wechsellagerung aus Sand- und Siltstein (Schluffstein) mit Carbonat-Sandstein im oberen Bereich.

Die Jeckenbach-Subformation wird von einer Wechsellagerung aus Ton- und Siltsteinen mit vereinzelt verwittertem Feinsandstein gebildet.



Abbildung 2: Auszug aus geologischer Karte, Finkenbach-Gersweiler



Abbildung 3: Auszug aus geologischer Karte (Legende), Finkenbach-Gersweiler

Die Rotliegend-Schichtenfolge stellt zusammenfassend einen Grundwasseringleiter mit geringen Durchlässigkeiten dar.

Die Auensedimente aus Lehm, Ton und Schluff bilden einen Grundwasseringleiter, der schwach bis sehr schwach durchlässig ist. Bereiche mit kiesigen Ablagerungen können im Vergleich dazu höhere Durchlässigkeiten aufweisen und stellen lokale, geringmächtige Porengrundwasserleiter dar. Werden diese grundwasserleitenden Schichten von Grundwasseringleitern (Lehm, Ton und Schluff) überlagert, können gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten.

Erdbebenzonen

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

4. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 7. Dezember 2020 im Bereich des Hanges insgesamt 8 Kleinbohrungen (Rammsonde mit Kernvorsatz), mit Tiefen zwischen 1,5 bis 4,20 m unter Geländeoberkante (uGOK), bis auf den verwitterten Fels, abgeteuft.

Zusätzlich wurden im Nahbereich des Moschelbaches 3 Kleinbohrungen bis maximal 5 m Tiefe zur Erkundung der Untergrund- und Grundwassersituation durchgeführt. Die Bohrlöcher im Nahbereich des Moschelbaches wurden anschließend zu temporären Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Aufschlussarbeiten wurden durch das *Geotechnische Büro Moser (GBM)*, Kaiserslautern, ausgeführt.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden lage- und höhengemäß eingemessen. Die Einmessung der Lage und der Höhen in [mNN] erfolgte mit einem GPS-Gerät.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in der **Anlage 2** hervor.

Das gewonnene Bohrgut wurde geotechnisch angesprochen und beprobt. Zur genaueren Beurteilung der anstehenden Böden wurden ausgewählte Bodenproben im bodenmechanischen Labor *GBM*, Kaiserslautern, untersucht, siehe **Tabelle 1**. Die Probenbezeichnungen sind in den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in den Anlagen vermerkt.

Tabelle 1: Umfang bodenmechanischer Analysen

Untersuchungsumfang / Analysen	Probenbezeichnung bzw. Entnahmestelle	Entnahmetiefe
Bodenmechanische Analysen		
Ermittlung der Kornverteilung (kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse)	GWM 2/2	0,3 – 2,2 m
	GWM 3/3	2,0 – 4,7 m
	MP1 (GWM 3/4, GWM 2/4)	0,0 – 1,9 m
Ermittlung der Zustandsgrenzen (Plastizität / Atterbergsche Grenzen)	GWM 2/2	0,3 – 2,2 m
	GWM 3/3	2,0 – 4,7 m

*GWM = Bohrung zur Errichtung einer Grundwassermessstelle
MP = Mischprobe

5. ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in der Anlage 2 hervor.

Einzelheiten zur Schichtenabfolge der Bohrungen sind aus den Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in den Anlagen 3 und 4 zu entnehmen.

5.1 Bodenaufbau und Grundwasser

Das aktuelle Geländeniveau im Bereich der Talaue östlich des Moschelbaches liegt etwa im Niveau 210 – 213 mNN. Im Bereich der südöstlichen Begrenzung des Baugebietes, im oberen Bereich des Hanges, liegt das Gelände etwa im Niveau 270 – 280 mNN.

Bei den **Bohrungen GWM1, GWM2 und GWM3 im Nahbereich des Moschelbaches** wurden folgende Untergrundverhältnisse festgestellt:

Die Bohrung GWM1 befindet sich im südwestlichen, unteren Hangabschnitt, im Bereich der Lauterecken-Formation (Rotliegend). Die Bohrung liegt somit nicht mehr direkt im Bereich der Talaue.

Bei der Bohrung GWM1 wurden unterhalb der geringmächtigen Oberbodenschicht aus halbfesten Schluffen, zunächst toniges Sand-/ Sandsteinbruchmaterial erbohrt. Ab einer Tiefe von 1,60 m uGOK, etwa im Niveau 220,88 mNN, folgen dann feinsandige, schwach kiesige Tone mit Bruchstücken von verwittertem Ton- und Feinsandstein. Ab 1,90 m uGOK, im Niveau 220,58 mNN, konnte hier kein weiterer Bohrfortschritt mehr erreicht werden. In diesem Niveau ist zunächst mit dem Übergang zum stark verwitterten Fels zu rechnen. Dieser geht mit zunehmender Tiefe in gering verwitterten Fels und anschließend in festen, bankigen Fels über.

Die Bohrungen GWM2 und GWM3 liegen im Bereich der Talaue und unterscheiden sich daher bezüglich der Stratigraphie und somit auch des angetroffenen Bodenprofils von der Bohrung GWM1.

Die Bohrung GWM2 liegt am Rand der Talaue des Moschelbachs direkt am Fuße des Hanges. Die Bohrung GWM3 befindet sich direkt in der Talaue im nördlichen Bereich der geplanten Seen.

Bei den Bohrungen GWM2 und GWM3 wurden oberflächennah ab 0,30 m uGOK Auensedimente in Form von tonig, feinsandig, z. T. schwach kiesigem Schluff sowie stark schluffig, feinsandigem Ton angetroffen. Diese bindigen Auensedimente reichen in GWM2 bis etwa 4,50 m uGOK und in GWM3 bis etwa 4,70 m uGOK. Je nach Einfluss des Oberflächen- und Grundwassers liegen die Auensedimente in halbfester bis breiiger Konsistenz vor.

Unterhalb der bindigen Schichten folgt in Form von stark sandigen, schwach schluffigen Kiesen mit Bruchstücken von Sandstein die oberste Verwitterungszone des Fels. Diese Schicht konnte bei den Bohrarbeiten aufgrund des hohen Bohrwiderstandes nicht durchteuft werden.

Die bindigen Auensedimente haben erfahrungsgemäß sehr geringe Durchlässigkeiten in der Größenordnung von 10^{-9} m/s bis 10^{-8} m/s. Die darunterliegenden stark sandig, schwach schluffigen Kiese weisen im Vergleich dazu deutlich größere Durchlässigkeiten im Bereich von 10^{-5} m/s bis 10^{-4} m/s auf.

Die Ausbauskiizen der temporären Messstellen bei GWM1, GWM2 und GWM3 sind in der Anlage 4 dargestellt.

Die 3 m langen Filterstrecken (von ca. 1,70 m uGOK bis ca. 4,70 m uGOK) der ausgebauten Grundwassermessstellen in den Bohrlöchern GWM2 und GWM3 erschließen die bindigen Auensedimente (Schluffe und Tone).

In GWM2 sind diese bindigen Schichten ab ca. 2,2 m uGOK wassergesättigt und in GWM3 ab etwa 2,0 m uGOK. In GWM2 wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten ein Grundwasserstand von 2,70 m uGOK (210,03 mNN) und in GWM3 von 2,60 m uGOK (209,63 mNN) gemessen. In GWM3 ist der Grundwasserstand nach ca. 6 Stunden um rund 0,90 m (auf 210,53 mNN) angestiegen, was einem Grundwasserflurabstand im Bereich der geplanten Seen von etwa 1,70 m entspricht. Es liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

Der Grundwasserstand in GWM2 wurde kein zweites Mal gemessen. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass ein ähnlicher Wasseranstieg wie in der GWM3 erfolgte.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der bindigen Auensedimente konnte sich erst nach einiger Zeit das Grundwasser aus den wassergesättigten Ton- und Schluffschichten in den Grundwassermessstellen ansammeln.

Die **Bohrungen im Bereich des Hanges** unterschieden sich bezüglich des Untergrundes von den Bohrungen im Nahbereich des Moschelbaches.

Bei den insgesamt 8 Bohrungen im Bereich des Hanges (RKS1 bis RKS8) wurde oberflächlich zunächst der im Mittel etwa 0,2 m mächtigen Oberboden aus wechselnd tonigen, wechselnd feinsandigen Schluffen aufgeschlossen. Der Oberboden ist stellenweise stark durchwurzelt und liegt überwiegend in halbfester Konsistenz vor.

Unterhalb folgt bereits die Verwitterungszone des Fels in Form von feinsandigen, wechselnd kiesigen Schluffen und Tonen mit Bruchstücken von Ton- und Feinsandstein. Die Tone und Schluffe liegen bereichsweise in halbfester, bereichsweise auch in fester Konsistenz vor, was auf einen geringen Wassergehalt dieser Böden rückschließen lässt.

Zwischen im Mittel etwa 2 bis 3 m unter Geländeoberkante wurde der Übergang zum verwitterten Fels erkundet. Der Fels besteht zunächst aus verwittertem bis sehr stark verwittertem Sand-, Feinsand, Ton- und Siltstein (Schluffstein) in Wechsellagerung. Ein weiterer Bohrfortschritt mit Kleinbohrungen ist ab dort nicht mehr möglich. Mit zunehmender Tiefe ist erfahrungsgemäß mit dem gering verwitterten, bankigen Fels zu rechnen.

Bei den Bohrungen im Hangbereich sowie bei der Bohrung GWM1 wurde bis zur Endteufe der Bohrungen kein Grundwasser festgestellt. Der Grundwasserspiegel befindet sich hier innerhalb der unterlagernden Felszone.

5.2 Hangstabilität

Das Trennflächengefüge (Neigung und Richtung der Trennflächen im Fels) hat einen wesentlichen Einfluss auf die Hangstabilität. Bei ungünstigem Trennflächengefüge (z. B. hangparallel, hangabwärts gerichtet, ggf. in Kombination mit bindigen Kluffüllungen) ist unter Berücksichtigung der o. g. Hangneigung im Untersuchungsgebiet eine unzureichende Hangstabilität im Zuge von Bauvorhaben nicht auszuschließen.

Zur Beurteilung, ob das Baugebiet ggf. ein „potentielles Hangrutschgebiet“ darstellt, ist somit die Erkundung des Trennflächengefüges des Festgesteins (Fallrichtung und Fallwinkel) erforderlich. Mittels Kleinbohrungen ist die Aufnahme des Trennflächengefüges nicht möglich.

Zur Erkundung des Trennflächengefüges eignen sich z. B. Baggerschürfe. Je nach eingesetzter Baggergröße kann eine Erkundungstiefe von bis zu etwa 4 m erreicht werden. Innerhalb des Schurfes kann dann das Trennflächengefüge mit Hilfe eines Gefügekompasses aufgenommen werden.

Es wird somit empfohlen, das Baugebiet im Hangbereich zusätzlich mittels Baggerschürfen (ca. 10 – 15 Stück) zu erkunden und zur Beurteilung der Hangstabilität das Trennflächengefüge im Fels mittels Gefügekompass aufzunehmen.

5.3 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 Kornverteilung und der Zustandsgrenzen) durchgeführt.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in der Anlage 5 zusammengestellt.

Eine Übersicht über die Laborergebnisse kann den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 entnommen werden.

Tabelle 2: Ergebnisse der komb. 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
GWM 2/2 (0,3 – 2,2 m)	11,6 %	32,9 %	38,8 %	16,8 %	T, u*, s*, g
GWM 3/3 (2,0 – 4,7 m)	14,8 %	34,9 %	44,0 %	6,4 %	T, u*, s*, g ⁱ
MP 1 (4,5 – 5,0 m)	4,8 %	9,3 %	34,2 %	51,6 %	G, s*, u ⁱ

Tabelle 3: Ergebnisse der Plastizitätsbestimmungen

Bodenprobe	Bodengruppe, Konsistenz	natürlicher Wassergehalt w_N [%]	Wassergehalte an der Ausrollgrenze w_P [%]	Wassergehalt an der Fließgrenze w_L [%]
GMW 2/2 (0,3 – 2,2 m)	TM halbfest	14,6 %	23,0 %	38,6 %
GWM 3/3 (2,0 – 4,7 m)	ST/ST* breiig	25,4 %	18,7 %	27,7 %

5.4 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostklassen, Homogenbereiche

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

Tabelle 4: Bodengruppen, Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Frostklassen, Homogenbereiche nach DIN 18300 (neu)

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 (alt)	Frostklasse ZTVE-StB 2017	Homogenbereich DIN 18300 (neu) (Erdarbeiten)
bindige Auensedimente (fluviatil abgelagerte Schluffe und Tone)	UA/UM/UL TA/TM/TL	4, (2) ¹⁾	F3	1
Schluffe / Tone, feinsandig, kiesig (tw. Felsbruchstücke)	SU*/ST/ST*/ TM/TA/TL GU*/GU/GT/GT*	4, (2) ¹⁾	F3	2
Kies, stark sandig, wechselnd schluffig und tonig (entfestigter Fels)	SW/GW SU/ST/GU/GU*/ GT/GT*	3	F1 – F3	3
Fels, verwittert / mürbe (Sand-, Feinsand-, Ton- und Siltstein)	---	6	---	4
Fels, plattig bis bankig (Sand-, Feinsand-, Ton- und Siltstein)	---	7	---	5

1) Diese Erdstoffe neigen bei Wasserzutritt oder mechanischer Beanspruchung zum Aufweichen und sind dann ggf. der Bodenklasse 2 nach DIN 18300 (alt) zuzuordnen.

Homogenbereiche

Homogenbereich 1: bindige Auensedimente (Schluffe und Tone)

Bodengruppe nach DIN 18196: UA/UM/UL/TA/TM/TL

Massenanteil Steine: 0 – 3 %

Massenanteil Blöcke: 0 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 5 – 25 % / 20 – 50 % / 20 – 50 % / 5 – 20 %

Breig bis halbfest

Organischer Anteil [M-%]: 2 – 8 %

Homogenbereich 2: **Schluffe / Tone, feinsandig, kiesig**

Bodengruppe nach DIN 18196: .SU*/ST/ST*/TM/TA/TL/GU*/GU/GT/GT*

Massenanteil Steine: 1 – 5 %

Massenanteil Blöcke: 0 – 3 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 20 – 45 % / 15 – 40 % / 20 – 60 % / 0 – 10 %

Halbfest bis fest

Organischer Anteil [M-%]: 0 – 3 %

Homogenbereich 3: **Kies, stark sandig, wechselnd schluffig und tonig**

Bodengruppe nach DIN 18196: .SW/GW/SU/ST/GU/GU*/GT/GT*

Massenanteil Steine: 3 – 10 %

Massenanteil Blöcke: 0 – 5 %

Korngrößenverteilung T/U/S/G [M-%]: 3 – 15 % / 3 – 15 % / 30 – 60 % / 35 – 60 %

Mitteldicht bis dicht gelagert

Organischer Anteil [M-%]: 0 %

Homogenbereich 4: **Fels, verwittert / mürbe**

Massenanteil Steine < 30 %

Massenanteil Blöcke: < 20 %

Fein laminiert bis dünnplattig

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

Mäßig bis sehr stark verwittert

< 6 mm – 60 mm Schichtfugenabstand

Homogenbereich 5: **Fels, plattig bis bankig**

Geringe bis mäßig hohe einaxiale Druckfestigkeit (5 – 25 MPa)

Schwach verwittert

60 mm – 2.000 mm Schichtfugenabstand

5.5 Bodenkennwerte

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

Tabelle 5: Bodenkennwerte

	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion		Steifemodul
	feucht	unter Auftrieb		c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]				
bindige Auensedimente (fluviatil abgelagerte Schluffe und Tone) breiig bis halbfest [Homogenbereich 1]	19	9	17,5 – 25	0 – 5	15 – 60	1 – 5
Schluffe / Tone, feinsandig, kiesig (tlw. Felsbruchstücke) halbfest - fest [Homogenbereich 2]	20	10	25,0 – 30	10 – 20	200 – 300	8 – 12
Kies, stark sandig, wechselnd schluffig und tonig (entfestigter Fels) [Homogenbereich 3]	21	12	32,5 – 35	---	---	50 – 80
Fels, verwittert / mürbe (Sand-, Feinsand-, Ton- und Siltstein) [Homogenbereich 4]	22	13	35	5 – 10	> 300	100
Fels, plattig bis bankig (Sand-, Feinsand-, Ton- und Siltstein) [Homogenbereich 5]	23	---	37,5	20 – 100	---	> 200

6. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISS HINSICHTLICH TRAGFÄHIGKEIT, VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT, ERSCHLIESSUNG; BAUBETRIEBLICHE HINWEISE

Die Untergrundverhältnisse im Nahbereich des Moschelbaches in der Talau unterscheiden sich von denen im Bereich des Hanges.

Im Bereich der Talau wurden oberflächlich zunächst bindige Auensedimente in Form von halbfesten bis breiigen Schluffen und Tonen vorgefunden, die im Mittel etwa bis 4,60 m uGOK reichen. Unterhalb folgen Kiese aus der Verwitterung des tieferliegenden Fels und anschließend der mürbe, entfestigte Fels.

Die Auensedimente sind ab einer Tiefe von ca. 2 m uGOK wassergesättigt. Aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von 10^{-9} m/s bis 10^{-8} m/s ist jedoch nur mit einem geringen Wasserandrang zu rechnen, vorausgesetzt, dass bevorzugte Strömungsbahnen wie z. B. Wurzelgänge die Durchlässigkeit nicht punktuell erhöhen.

Es muss davon ausgegangen werden, dass sich das Grundwasser mit der Zeit aus den wassergesättigten Schichten langsam in einer Baugrube ansammeln würde.

Die Kiese unterhalb der Auensedimente weisen deutlich größere Durchlässigkeiten im Bereich von 10^{-5} m/s bis 10^{-4} m/s auf, was zu einer größeren Ergiebigkeit führt. Hier ist von einem größeren Wasserandrang auszugehen. Da die Kiese von den geringdurchlässigen Auensedimenten überlagert werden, können hier gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten.

In GWM2 wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten ein Grundwasserstand von 2,70 m uGOK (210,03 mNN) und in GWM3 von 2,60 m uGOK (209,63 mNN) eingemessen. In GWM3 ist der Grundwasserstand nach ca. 6 Stunden um rund 0,90 m (auf 210,53 mNN) angestiegen, was einem Grundwasserflurabstand von etwa 1,70 m entspricht. Es liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

Im Bereich des Hanges wurden unterhalb des Oberbodens Tone und Schluffe mit wechselnden Sand- und Kiesanteilen in halbfester bis fester Konsistenz erkundet. Mit zunehmender Tiefe wurden vermehrt Tonstein- und Feinsandsteinbröckchen festgestellt. Der Übergang zum zumindest verwitterten Fels folgt zwischen i. M. etwa 2 bis 3 m uGOK.

Die bindigen Deckschichten im Hangbereich weisen eine sehr geringe Versickerungsfähigkeit auf. Je nach Oberflächenbeschaffenheit (Vegetation, Versiegelung) und Profilierung des Hanges, kann ein relativ hoher Abfluss entstehen.

Im Hangbereich konnte kein Grundwasser festgestellt werden, der Grundwasserspiegel liegt hier innerhalb der Felszone.

6.1 Allgemeine Bebaubarkeit / Bauwerksgründung

Die im folgenden getroffenen Aussagen hinsichtlich der Gründung der Gebäude berücksichtigen nicht die potentielle Gefahr von Hangrutschungen. Um eine potentielle Gefährdung durch mögliche Hanginstabilitäten beurteilen zu können, sind weiterführende Erkundungen erforderlich (siehe Kapitel 5.3, „Hangstabilität“).

Da das Planungsgebiet zum großen Teil in steiler Hanglage liegt und ggf. ein „potentielles Hangrutschungsgebiet“ darstellt, ist die Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund unbedingt zu vermeiden.

Weiterhin sind Anlagen zur Sammlung von Niederschlagswasser wie bspw. Seen, Zwischenspeicherbecken im Hangbereich oder Entwässerungsrinnen im Sohl- und Böschungsbereich abzudichten. Somit wird eine verstärkte punktuelle, bzw. linienförmige Versickerung von Niederschlagswasser im Hangbereich verhindert und die Hangstabilität nicht zusätzlich beeinträchtigt.

Die im folgenden vorgeschlagenen geotechnischen Bemessungswerte für die Gründung der Gebäude sind ausschließlich als Erfahrungswerte zu betrachten. Bei Vorlage der endgültigen Planung sind für jedes Gebäude Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchzuführen und die kleinräumig gültigen Bemessungswerte zu berechnen.

6.2 Gründung von Gebäuden im Hangbereich

Im Hangbereich sind gemäß vorliegenden Planunterlagen überwiegend kleinere Gebäude (Einfamilienhäuser, 2-geschossig) vorgesehen. Die Gründungssohle liegt gemäß den uns vorliegenden Planunterlagen, je nach Hangneigung und Haustyp, in unterschiedlicher Tiefe [2].

Im Bereich des Hanges liegen oberhalb des gut tragfähigen Fels, bindige Böden, überwiegend in Form von feinsandigen Tonen, vor.

Bei der Gründung von Gebäuden, bei denen die Gründungssohle in geringem Abstand zum zunächst verwitterten Fels liegt, empfehlen wir die bindigen Böden auszuheben und eine Flachgründung auf dem verwitterten Fels vorzunehmen.

Bei Wahl einer **Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten auf dem stark verwitterten Fels [Homogenbereich 4]**, wird zur Bemessung der Fundamente folgender *Bemessungswert für den Sohlwiderstand* $\sigma_{R,d}$ vorgeschlagen:

$$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$$

Bei Ausnutzung dieses Bemessungswertes liegen die Fundamentsetzungen in einer Größenordnung von ≤ 1 cm, was für das Tragwerk bzw. für das Gebäude verträglich sein sollte.

Bei Wahl einer **Flachgründung auf einer lastverteilenden, biegesteifen Bodenplatte auf dem stark verwitterten Fels [Homogenbereich 4]**, wird zur Bemessung der bewehrten Gründungsplatte ein charakteristischer Wert für den *Bettungsmodul* $k_{s,k}$ vorgeschlagen von:

$$k_{s,k} = 10 \text{ MN/m}^3$$

Bei Gründung im harten Fels [Homogenbereich 5] können die o. g. Bemessungswerte verdoppelt werden.

Liegt der Übergang zwischen den bindigen Böden und dem Fels in größerer Tiefe (bspw. 4,2 m uGOK im Bereich von RKS5) und ist somit der Abstand zwischen geplanter Gründungssohle der Bodenplatte und der Felsoberkante vergleichsweise groß, kann die Gründung der Bodenplatte auch auf den halbfesten Tonen erfolgen.

Bindige Böden sind jedoch grundsätzlich als wasserempfindlich und setzungsanfällig einzustufen, sodass hier reduzierte Werte für den Sohlwiderstand (bei einer Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten) bzw. für den Bettungsmodul (bei einer Gründung auf einer lastverteilenden, biegesteifen Bodenplatte) angesetzt werden müssen.

Bei Wahl einer **Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten in den halbfesten bindigen Böden [Homogenbereich 2]** wird zur Bemessung der Fundamente folgender *Bemessungswert für den Sohlwiderstand* $\sigma_{R,d}$ vorgeschlagen:

$$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$$

Bei Ausnutzung dieses Bemessungswertes liegen die Fundamentsetzungen in einer Größenordnung von ≤ 2 cm, was für das Tragwerk bzw. für das Gebäude verträglich sein sollte.

Bei Wahl einer **Flachgründung auf einer lastverteilenden, biegesteifen Bodenplatte auf den halbfesten bindigen Böden** wird zur Bemessung der bewehrten Gründungsplatte ein charakteristischer Wert für den *Bettungsmodul* $k_{s,k}$ vorgeschlagen von:

$$k_{s,k} = 5 \text{ MN/m}^3$$

Falls im Gründungsniveau **aufgeweichte bindige Böden** angetroffen werden, sind diese grundsätzlich gegen geeignetes Material auszutauschen. Als Austauschmaterial eignet sich ein gut abgestuftes und gut verdichtbares Kiessandmaterial oder Schotter-Splitt-Sand-Gemisch der Körnungsgruppe 0/32 bis 0/56 mm. Der Feinkornanteil ($< 0,063$ mm) ist auf max. 10 % zu begrenzen, im Bereich von Frostschuttschichten auf max. 5 %. Beim Einbringen eines Bodenaustauschs ist darauf zu achten, dass das Material um das Maß seiner Mächtigkeit allseitig um das jeweilige Fundament auskragt (allseitiger Überstand entsprechend Druckausbreitung unter 45°). Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen (max. Lagenstärke ≤ 30 cm) und mit $D_{Pr} \geq 100\%$ zu verdichten.

6.3 Gründung von Gebäuden im Bereich der Talaue

Gemäß den uns vorliegenden Planunterlagen [1][3][4] sind im Bereich der Talaue vor allem größere Gebäude (Hotel, Restaurants, Kliniken) vorgesehen, sodass hier ein hoher Lastauftrag auf den Baugrund erfolgt.

Den Schnitten einiger größerer Gebäude im Bereich der Talaue ist zu entnehmen, dass die Gründungssohlen der hier dargestellten Gebäude bei 215 mNN bzw. bei 218,5 mNN liegen [4]. Die Oberkante des verwitterten Fels wurde im Bereich der Talaue i. M. bei etwa 4,50 m uGOK, entsprechend etwa im Niveau 207 bis 208 mNN, festgestellt. Die Gründungssohle der größeren Gebäude liegt somit im Bereich der oberhalb vorhandenen Auensedimente, stellweise ggf. auch oberhalb der derzeitigen Geländeoberkante, sodass Geländeauffüllungen erforderlich werden. Die Geländeoberkante liegt im Nahebereich des Moschelbaches derzeit zwischen 210 und 220 mNN (Hangfuß).

Wie bereits erwähnt stehen die Auensedimente hier im Einflussbereich von Grund- und Oberflächenwasser und liegen somit bereichsweise in weicher bis breiiger Konsistenz vor.

Bindige Böden in weicher bis breiiger Konsistenz sind äußerst setzungsanfällig und gering tragfähig und daher ohne Baugrundertüchtigungsmaßnahmen zum Lastabtrag nicht geeignet. Zur Gründung von Gebäuden im Bereich der Auensedimente sind daher Sondermaßnahmen erforderlich.

Der Lastabtrag der Gebäude kann zum Beispiel über eine Tiefgründung, z. B. mittels Bohrpfählen, in dem tiefergelegenen Fels erfolgen. Zwischen der angenommenen Gründungssohle im Niveau 218 mNN und der Oberkante des ausreichend tragfähigen Fels liegen etwa 12 m.

Alternativ kommt die Durchführung eines Teilbodenaustausches der bindigen, weich bis breiigen und somit nicht tragfähigen Auensedimente in Betracht.

Weiterhin geprüft werden kann auch die Möglichkeit einer Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731 bis zur Oberkante des zumindest verwitterten Fels.

6.4 Umgang mit Aushubmaterial

Werden zum Herstellen des Planums für Bauwerke, Straßen, Ver- und Entsorgungsleitungen Geländeabträge erforderlich, ist das Aushubmaterial grundsätzlich seitlich in Haufwerken zu lagern und gemäß geotechnischer und umwelttechnischer Eigenschaften vorrangig auf dem Gelände wiederzuverwerten.

Die bindigen, oberflächlich anstehenden Schluffe und Tone eignen sich aufgrund der schlechten Verdichtbarkeit nur zur Geländemodellierung in Bereichen ohne Lastaufbringung.

Für nicht vor Ort wiederverwertbare Bodenaushubmassen ist eine abschließende Abfalleinstufung durchzuführen. Hierzu sind Bodenaushubmassen in Aushubmieten von max. 250 m³ Größe nach LAGA PN 98 zu beproben und laborchemisch nach dem Parameterumfang der LAGA TR Boden zu untersuchen.

7. SCHLUSSBEMERKUNG

Sollten sich bei Durchsicht des vorliegenden 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.

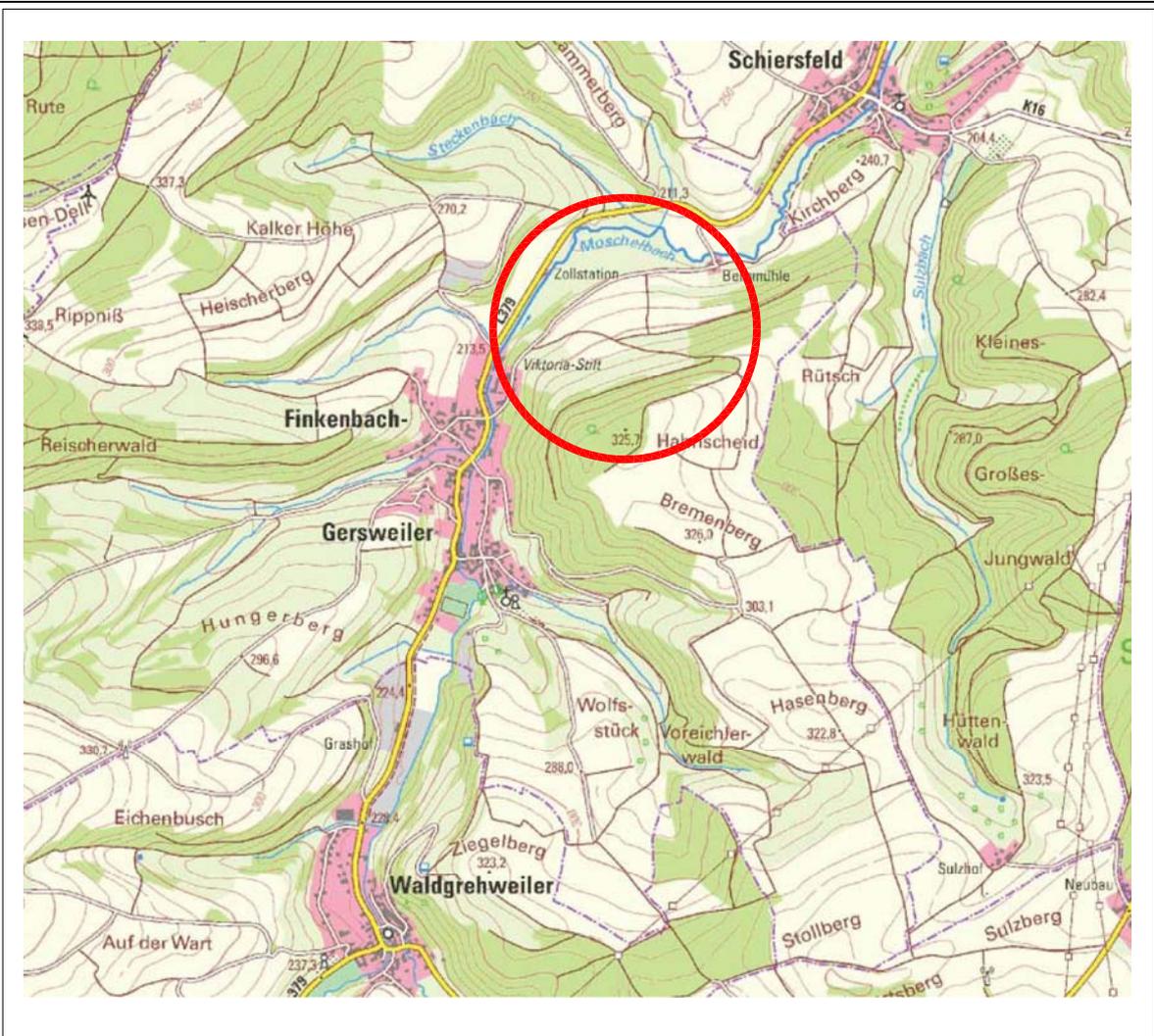
Werden bei der Bauausführung abweichende Untergrundverhältnisse festgestellt, empfehlen wir Ihnen, sich umgehend mit uns in Verbindung zu setzen.

Kaiserslautern, 29. Januar 2021

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und
enthält deshalb keine Unterschrift

ppa. Dipl.-Ing. Michael Drees

Verteiler: 3fach Auftraggeber, Herrn Schecker
+ elektronische Version auf CD
1fach Akte Peschla + Rochmes GmbH



Auftraggeber:
ppv Grundbesitz GmbH & Co. KG

Projekt:
Hydrogeologische Untersuchungen
Finkenbach-Gersweiler

Teil:
Übersichtslageplan

	Zeichen	Rev.-Datum	Projekt-Nr.	P20217	
aufgenommen			Maßstab	1 : 25.000	
bearbeitet	KF	01/2021	Blattgröße		
gezeichnet	BS	01/2021	Anlage-Nr.	Blatt-Nr.	Revisions-Nr.
geprüft	Me	01/2021	1		1.0


PESCHLA + ROCHMES
 Beratendes und planendes Ingenieurbüro

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



0m 50m 100m



LEGENDE

- RKS Kleinbohrung
- GWM (Grundwassermessstelle)
- 228,88 Höhe in mNN

Auftraggeber: ppv Grundbesitz GmbH & Co. KG

Projekt: Hydrogeologische Untersuchungen Finkenbach-Gersweiler

Teil: Lageplan mit Aufschlusspunkten

	Zeichen	Rev.-Datum	Projekt-Nr.	P20217
aufgenommen			Planstab	1 : 2.000
bearbeitet	KF	01/2021	Blattgröße	
gezeichnet	Ju	01/2021	Anlage-Nr.	Blatt-Nr. Revisions-Nr.
geprüft	Me	01/2021	2	1.0

PESCHLA + ROCHMES
Beratendes und planendes Ingenieurbüro

Herföhrdrommung 7
67657 Kappelstern
Telefon 0630 34193-0
Fax 0630 34193-99
e-mail: info@pgr.de
Internet: www.pgr.de

1		2			3		4	5	6		
Bis		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben				
... m unter Ansatzpunkt		b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
		c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe							i) Kalkgehalt
0,15	a) Schluff, stark feinsandig, organisch										
	b) Oberboden, durchwurzelt										
	c) halbfest		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun							
	f)		g)	h)			i)				
0,45	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach tonig							GP2	0,45		
	b) Sandsteinbruch										
	c)		d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun, gelb							
	f)		g)	h)						i)	
1,50	a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig				kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt			GP3	1,50		
	b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen										
	c) halbfest		d) mäßig schwer bis schwer zu bohren	e) hellgrau bis braun							
	f)		g)	h)						i)	
	a)										
	b)										
	c)		d)	e)							
	f)		g)	h)						i)	
	a)										
	b)										
	c)		d)	e)							
	f)		g)	h)						i)	

GBM
Geotechnisches Büro Moser
Nordbahnstrasse 15a
67657 Kaiserslautern
Tel.: 0631 - 624 6858
Fax: 0631 - 624 6855

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
3

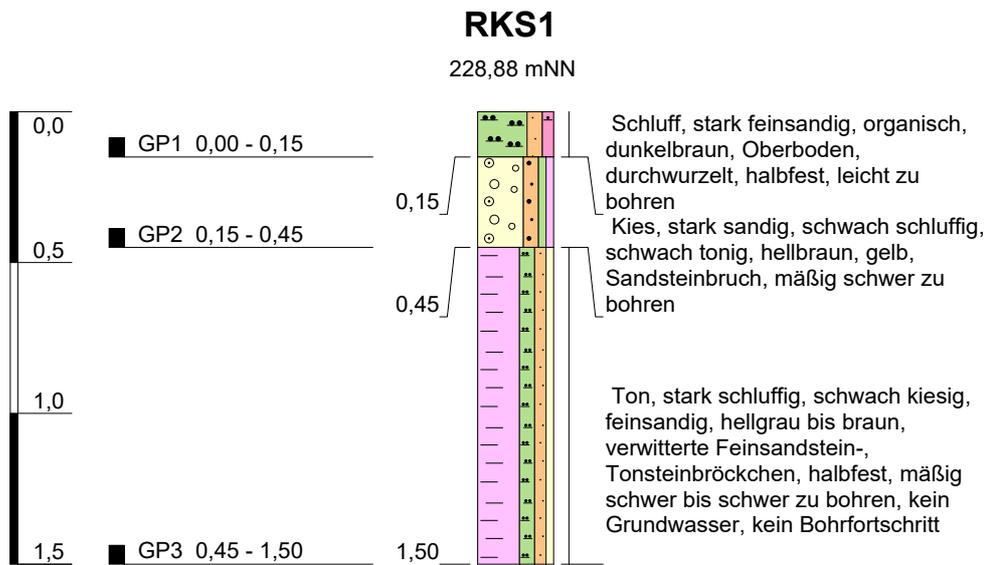
Seite: 1

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler

Datum: 07.12.2020

Bohrung: RKS1 (Kleinbohrung)

NN 228,88m

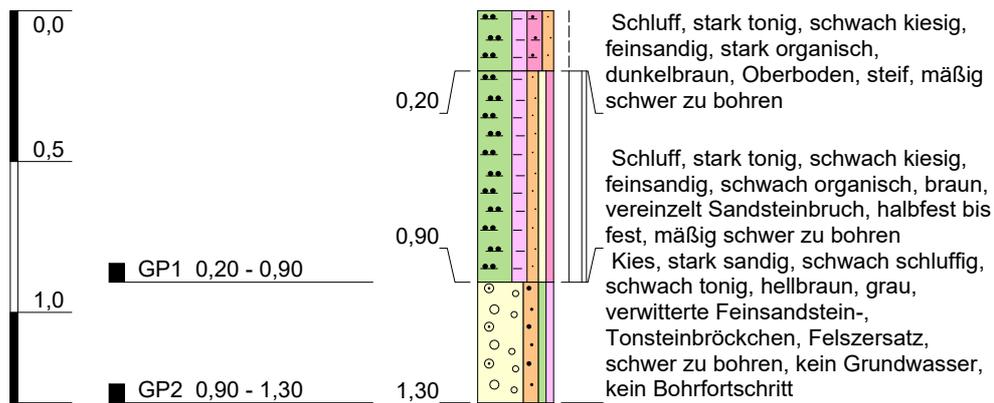


Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS1 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 228,88 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 1,50m	

RKS2

228,52 mNN



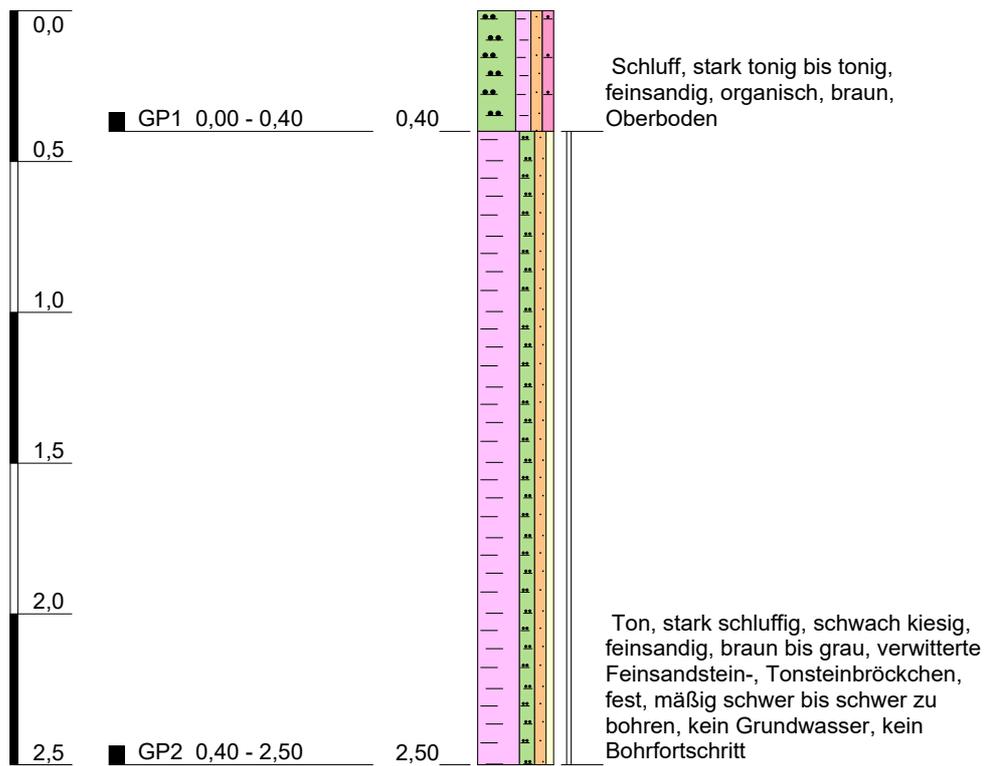
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			<p style="text-align: center;">GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855</p>
Bohrung: RKS2 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 228,52 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 1,30m	

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage: 3 Seite: 1		
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler					Datum: 07.12.2020		
Bohrung: RKS3 (Kleinbohrung)				NN 233,37m			
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 Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalkgehalt		
0,40	a) Schluff, stark tonig bis tonig, feinsandig, organisch b) Oberboden c) d) e) braun f) g) h) i)				GP1	0,40	
2,50	a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen c) fest d) mäßig schwer bis schwer zu bohren e) braun bis grau f) g) h) i)			kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt	GP2	2,50	
	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)						

RKS3

233,37 mNN



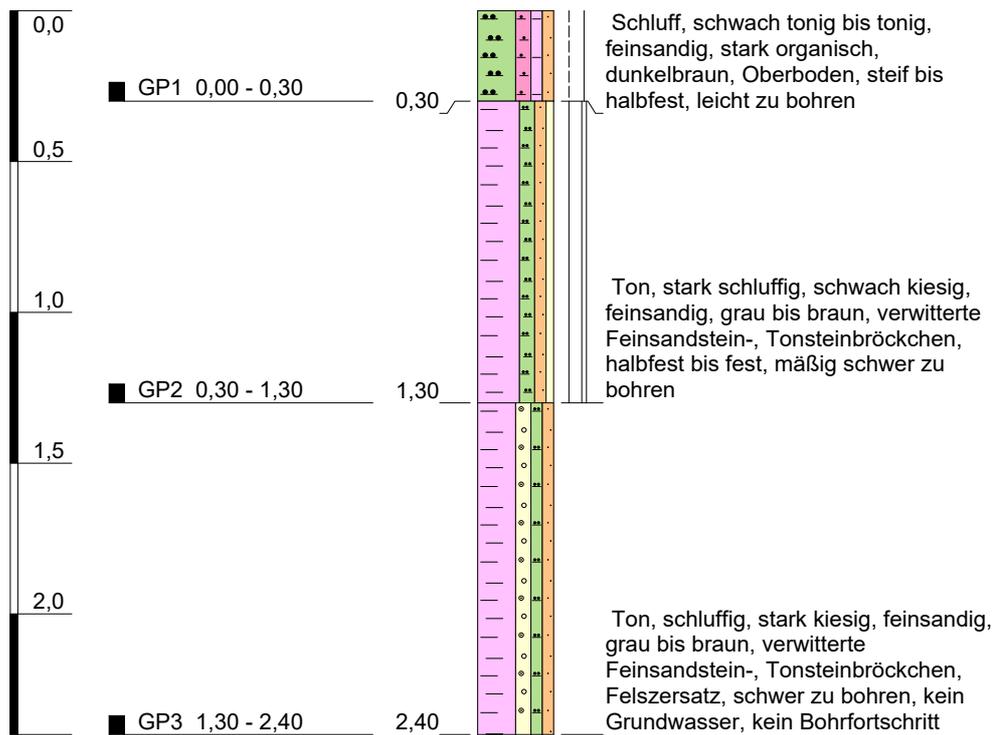
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS3 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 233,37 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 2,50m	

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3 Seite: 1	
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler					Datum: 07.12.2020		
Bohrung: RKS4 (Kleinbohrung)				NN 252,36m			
1	2			3	4	5	6
Bis	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
... m	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter-kante)
unter	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
Ansatzpunkt	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalkgehalt				
0,30	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, stark organisch				GP1	0,30	
	b) Oberboden						
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f)	g)	h) i)				
1,30	a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig				GP2	1,30	
	b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen						
	c) halbfest bis fest	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau bis braun				
	f)	g)	h) i)				
2,40	a) Ton, schluffig, stark kiesig, feinsandig			kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt	GP3	2,40	
	b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen, Felsersatz						
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau bis braun				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

RKS4

252,36 mNN



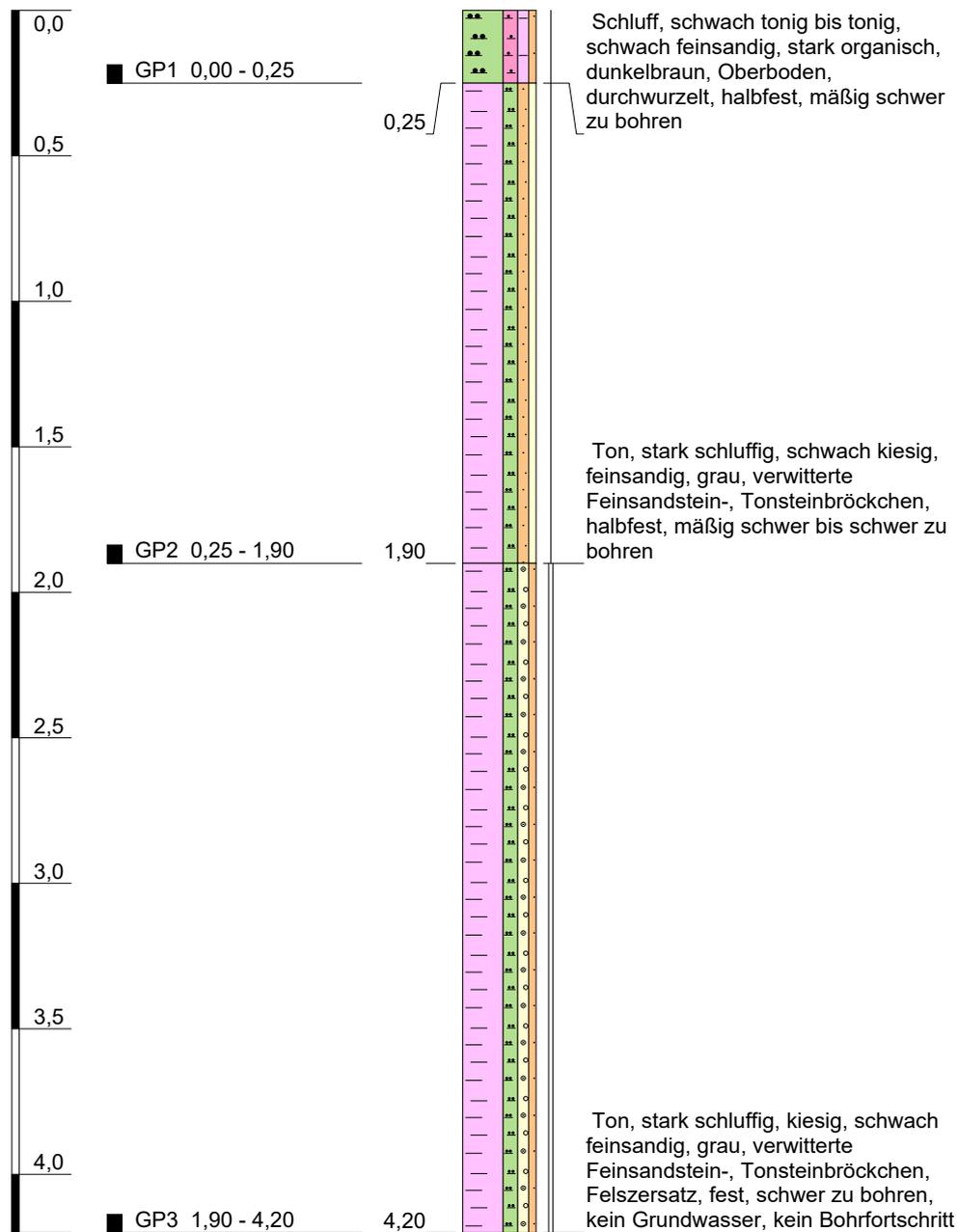
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS4 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 252,36 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 2,40m	

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage: 3 Seite: 1						
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler					Datum: 07.12.2020						
Bohrung: RKS5 (Kleinbohrung)				NN 242,9m							
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 Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe								
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalkgehalt					
0,25	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach feinsandig, stark organisch b) Oberboden, durchwurzelt c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)			kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt		GP1	0,25				
1,90	a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen c) halbfest d) mäßig schwer bis schwer zu bohren e) grau f) g) h) i)							GP2	1,90		
4,20	a) Ton, stark schluffig, kiesig, schwach feinsandig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen, Felsersatz c) fest d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i)									GP3	4,20
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)										
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)										

RKS5

242,90 mNN



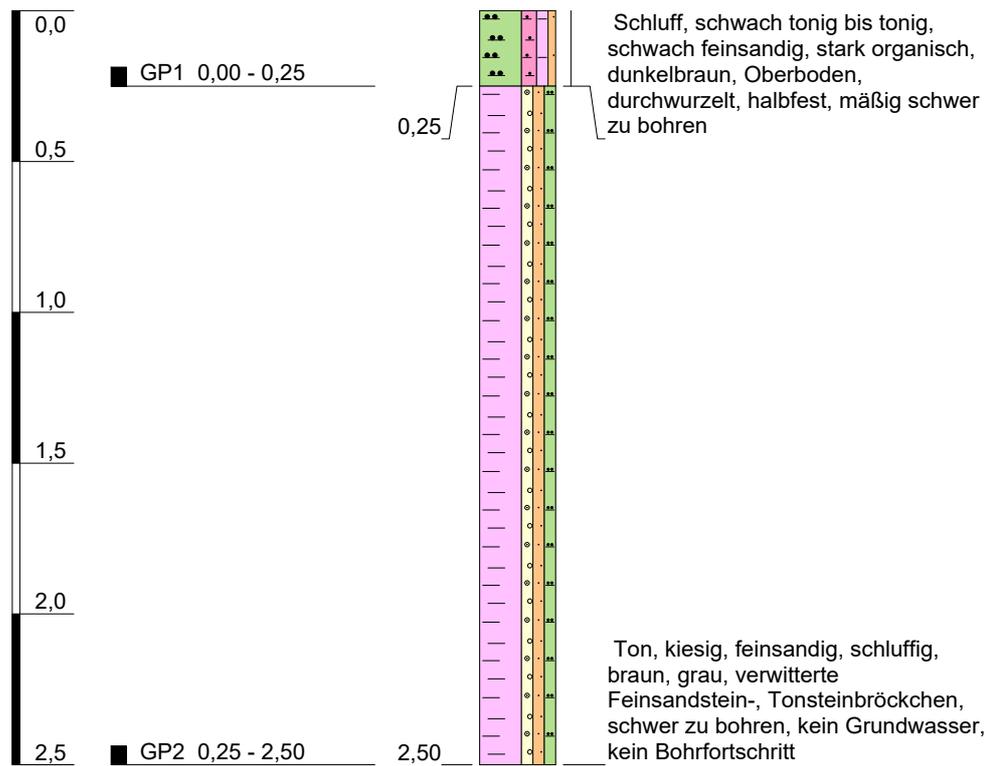
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS5 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 242,90 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 4,20m	

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3		
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler						Seite: 1		
Bohrung: RKS6 (Kleinbohrung)					NN 258,87m	Datum: 07.12.2020		
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 Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,25	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach feinsandig, stark organisch b) Oberboden, durchwurzelt c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)					GP1	0,25	
2,50	a) Ton, kiesig, feinsandig, schluffig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen c) d) schwer zu bohren e) braun, grau f) g) h) i)				kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt		GP2	2,50
	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)							

RKS6

258,87 mNN



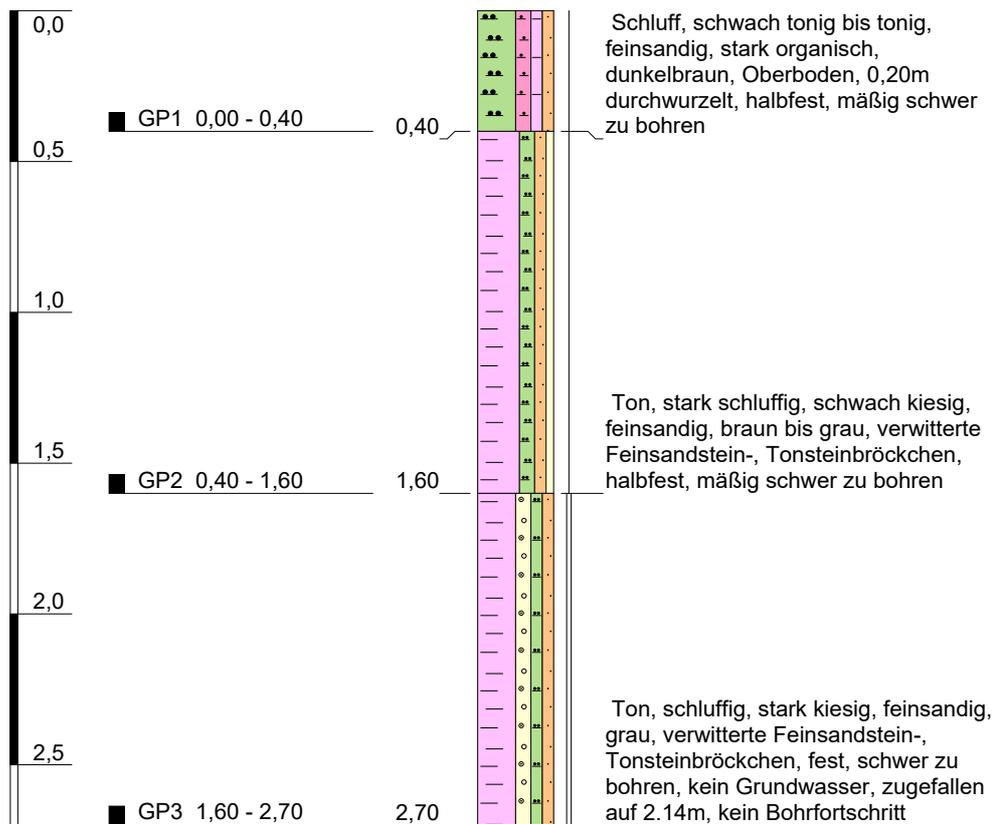
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS6 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 258,87 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 2,50m	

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3		
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler						Seite: 1		
Bohrung: RKS7 (Kleinbohrung)					NN 272,04m	Datum: 07.12.2020		
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 Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, stark organisch b) Oberboden, 0,20m durchwurzelt c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)					GP1	0,40	
1,60	a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braun bis grau f) g) h) i)					GP2	1,60	
2,70	a) Ton, schluffig, stark kiesig, feinsandig b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen c) fest d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i)				kein Grundwasser, zugefallen auf 2.14m, kein Bohrfortschritt	GP3	2,70	
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

RKS7

272,04 mNN



Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS7 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 272,04 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 2,70m	

1		2			3		4	5	6		
Bis		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben				
... m unter Ansatzpunkt		b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
		c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe							i) Kalkgehalt
0,30		a) Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, stark organisch									
		b) Oberboden									
		c) halbfest	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun							
		f)	g)	h)	i)						
2,40		a) Ton, stark schluffig, schwach kiesig, feinsandig						GP2	2,40		
		b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen									
		c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau							
		f)	g)	h)	i)						
3,30		a) Ton, stark schluffig, kiesig, feinsandig			kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt			GP3	3,30		
		b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen									
		c) fest	d) schwer zu bohren	e) grau							
		f)	g)	h)	i)						
		a)									
		b)									
		c)	d)	e)							
		f)	g)	h)	i)						
		a)									
		b)									
		c)	d)	e)							
		f)	g)	h)	i)						

GBM
Geotechnisches Büro Moser
Nordbahnstrasse 15a
67657 Kaiserslautern
Tel.: 0631 - 624 6858
Fax: 0631 - 624 6855

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
3

Seite: 1

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler

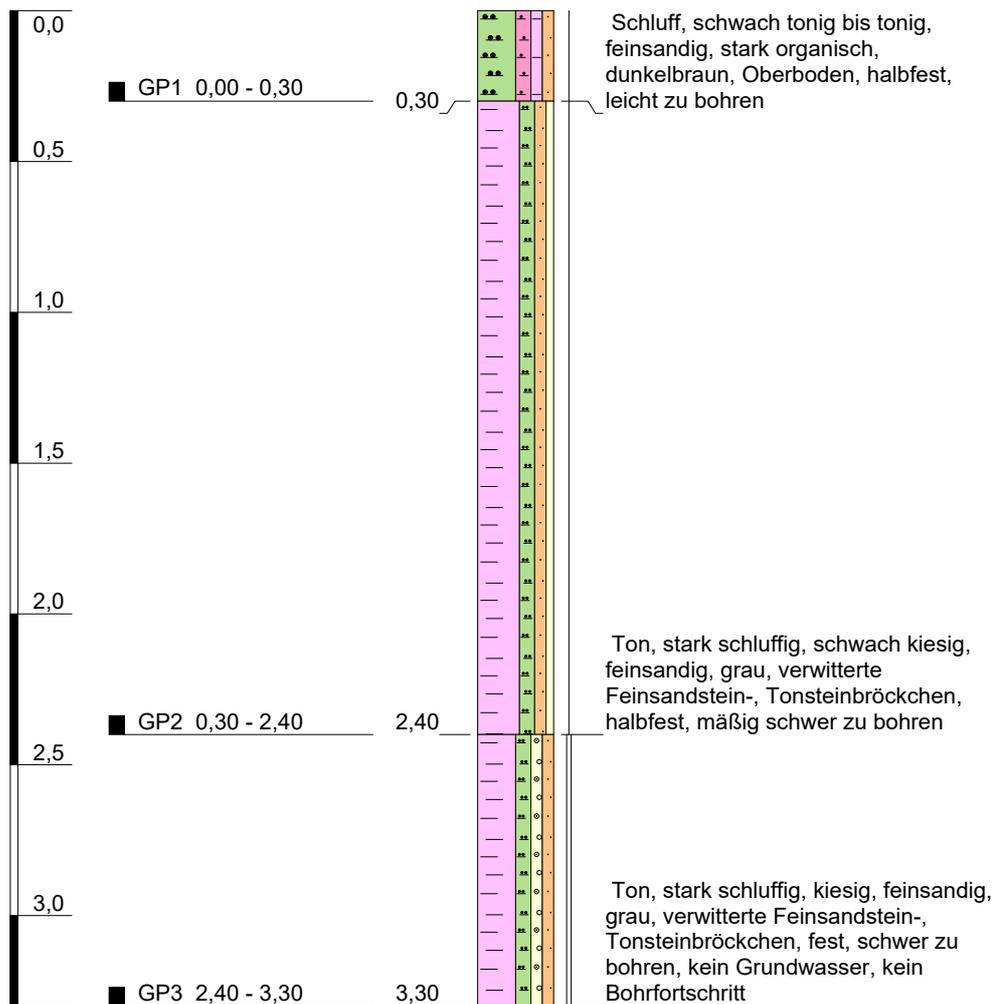
Datum: 07.12.2020

Bohrung: RKS8 (Kleinbohrung)

NN 263,83m

RKS8

263,83 mNN



Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler			GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: RKS8 (Kleinbohrung)			
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0		
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 263,83 mNN		
Datum: 07.12.2020	Anlage 3	Endtiefe: 3,30m	

1		2			3		4	5	6	
Bis		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
... m unter Ansatzpunkt		b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt						
0,25		a) Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, organisch								
		b) Oberboden, durchwurzelt								
c) halbfest		d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f)		g)	h)	i)						
1,60		a) Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach tonig					GP2 1,60			
		b) Sand- und Sandsteinbruch								
c)		d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun							
f)		g)	h)	i)						
1,90		a) Ton, schluffig, schwach kiesig, feinsandig			kein Grundwasser, kein Bohrfortschritt		GP3 1,90			
		b) verwitterte Feinsandstein-, Tonsteinbröckchen, Felszersatz								
c) fest		d) schwer zu bohren	e) grau bis braun							
f)		g)	h)	i)						
		a)								
		b)								
c)		d)	e)							
f)		g)	h)	i)						
		a)								
		b)								
c)		d)	e)							
f)		g)	h)	i)						

GBM
Geotechnisches Büro Moser
Nordbahnstrasse 15a
67657 Kaiserslautern
Tel.: 0631 - 624 6858
Fax: 0631 - 624 6855

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
4

Seite: 1

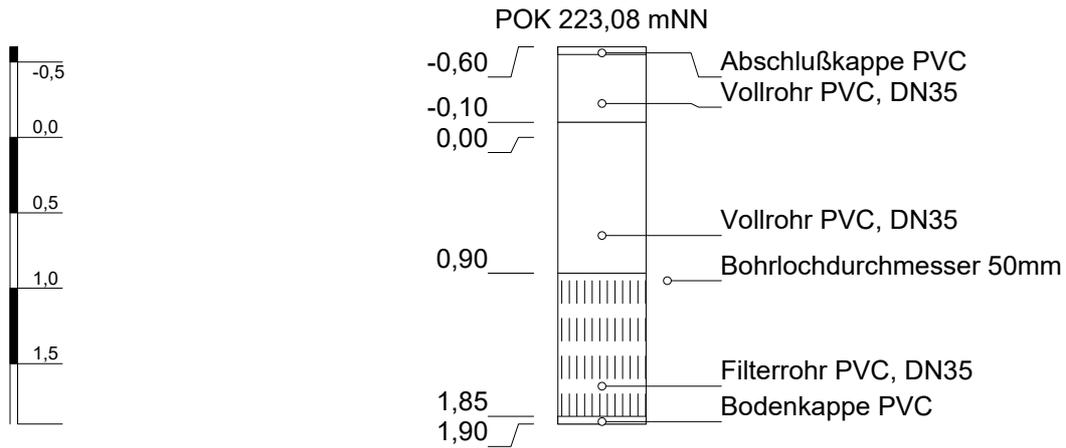
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler

Datum: 07.12.2020

Bohrung: GWM1 (Grundwassermessstelle)

NN 222,48m

GWM1 (Grundwassermessstelle)



Höhenmaßstab: 1:50

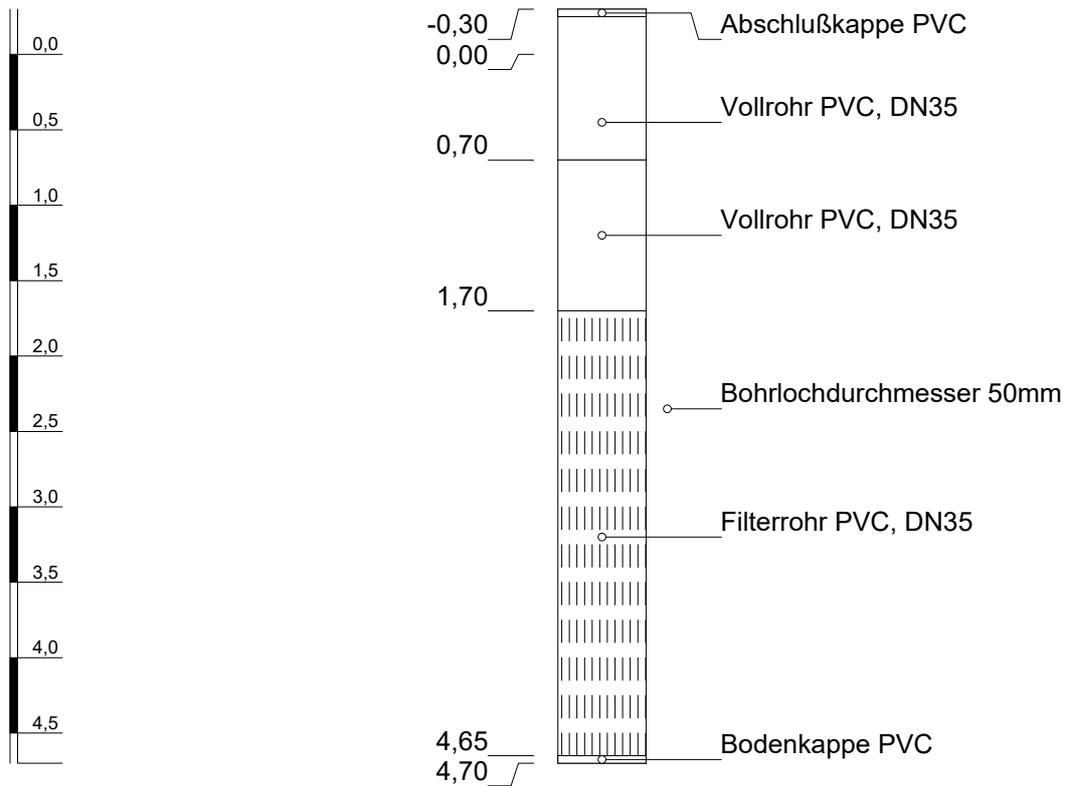
Horizontalmaßstab: 1:3

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler		GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: GWM1 (Grundwassermessstelle)		
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0	
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 222,48 mNN	
Datum: 07.12.2020	Anlage 4	Endtiefe:

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 4			
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler						Seite: 1			
Bohrung: GWM2 (Grundwassermessstelle)					NN 212,74m	Datum: 07.12.2020			
1	2				3	4	5	6	
Bis	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen	Entnommene Proben			
... m unter Ansatzpunkt	b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt					
0,30	a) Schluff, schwach tonig, feinsandig, stark organisch						GP1	0,30	
	b) Oberboden, durchwurzelt								
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h)	i)					
2,20	a) Schluff, stark sandig, tonig, schwach kiesig						GP2	2,20	
	b) verwitterter Feinsandstein								
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun						
	f)	g)	h)	i)					
4,50	a) Ton, stark schluffig, schwach feinsandig				Grundwasserspiegel 2.70m		GP3	4,50	
	b)								
	c) weich bis breiig	d) leicht zu bohren	e) grau bis braun						
	f)	g)	h)	i)					
5,00	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig				Wasser beim Klopfen 2.20m-5.0m, Bohrung abgebrochen		GP4	5,00	
	b) Sandsteinbruch								
	c)	d) leicht bis mäßig schwer zu bohren	e) grau bis braun						
	f)	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

GWM2 (Grundwassermessstelle)

POK 213,03 mNN



Höhenmaßstab: 1:50

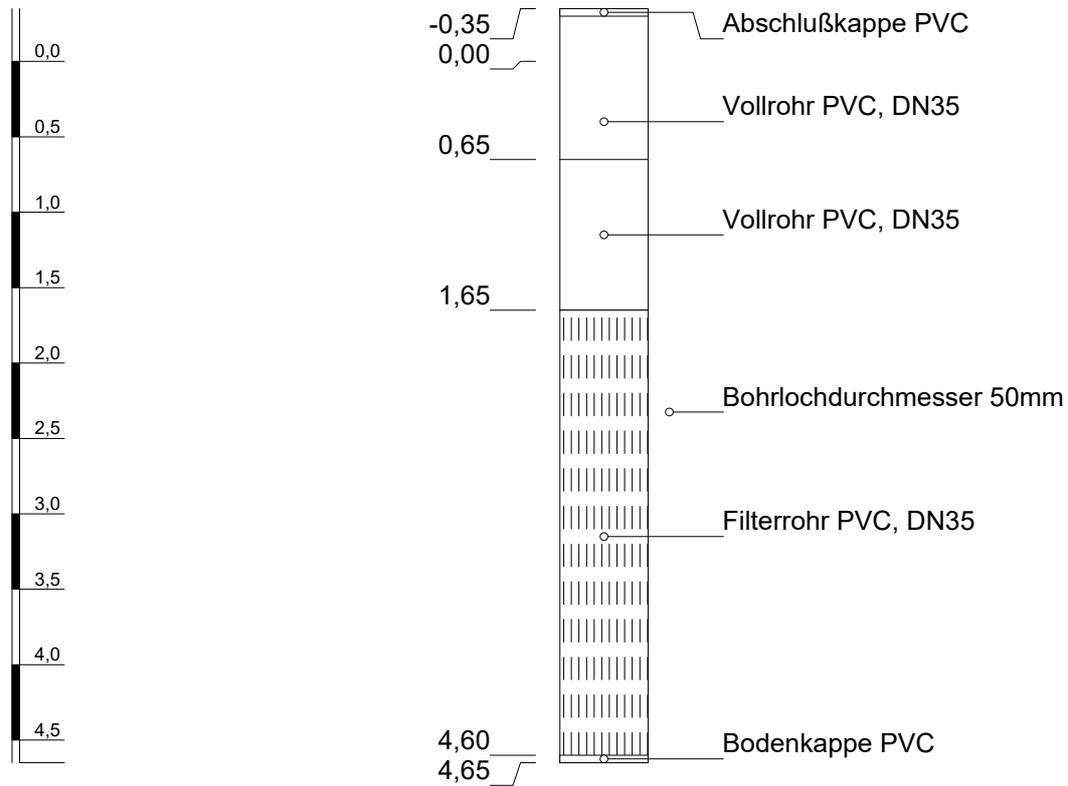
Horizontalmaßstab: 1:3

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler		GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: GWM2 (Grundwassermessstelle)		
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0	
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 212,74 mNN	
Datum: 07.12.2020	Anlage 4	Endtiefe:

GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Anlage: 4 Seite: 1			
Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler					Datum: 07.12.2020			
Bohrung: GWM3 (Grundwassermessstelle)				NN 212,24m				
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 Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalkgehalt		
0,30	a) Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, organisch b) c) steif d) leicht zu bohren e) braun f) g) h) i)							
1,10	a) Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig b) c) halbfest d) leicht bis mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i)						GP1	1,10
2,00	a) Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig b) c) weich d) leicht zu bohren e) braun f) g) h) i)						GP2	2,00
4,70	a) Schluff, tonig, stark sandig, schwach kiesig b) c) breiig d) leicht zu bohren e) grau bis braun f) g) h) i)			Wasser beim Klopfen Grundwasserspiegel 2.60m			GP3	4,70
5,00	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig b) Sandsteinbruch, vereinzelt gerundete Kiese c) d) mäßig schwer bis schwer zu bohren e) braun bis grau f) g) h) i)			Bohrung zugefallen auf 4.30m, Bohrung abgebrochen			GP4	5,00

GWM3 (Grundwassermessstelle)

POK 212,59 mNN



Höhenmaßstab: 1:50

Horizontalmaßstab: 1:3

Projekt: Hydrogeol. Unters. Finkenbach-Gersweiler		GBM Geotechnisches Büro Moser Nordbahnstrasse 15a 67657 Kaiserslautern Tel.: 0631 - 624 6858 Fax: 0631 - 624 6855
Bohrung: GWM3 (Grundwassermessstelle)		
Auftraggeber: P+R	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: GBM	Hochwert: 0	
Bearbeiter: KF	Ansatzhöhe: 212,24 mNN	
Datum: 07.12.2020	Anlage 4	Endtiefe:

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

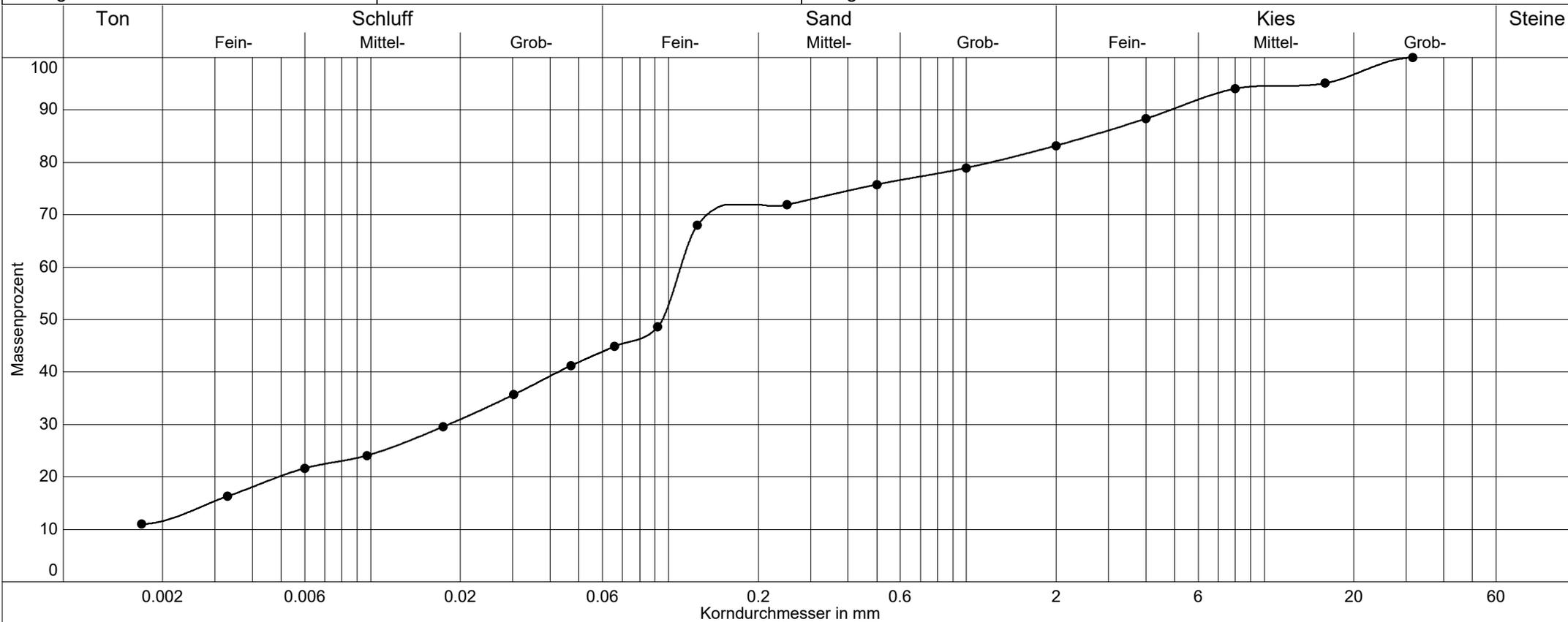
Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Hydrogeologische Untersuchungen Finkenbach-Gersweiler

Projektnr.: P20217

Anlage :



Labornummer	—●— KV 01			
Entnahmestelle	GWM 2/2			
Entnahmetiefe	0,3 - 2,2 m			
Bodenart	T,u*,s*,g			
Bodengruppe	TM			
Kornfrakt. T/U/S/G	11.6/32.9/38.8/16.8 %			
Ungleichförm. Cu	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Anteil < 0.063 mm	44.4 %			
Wassergehalt	14.6 %			

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

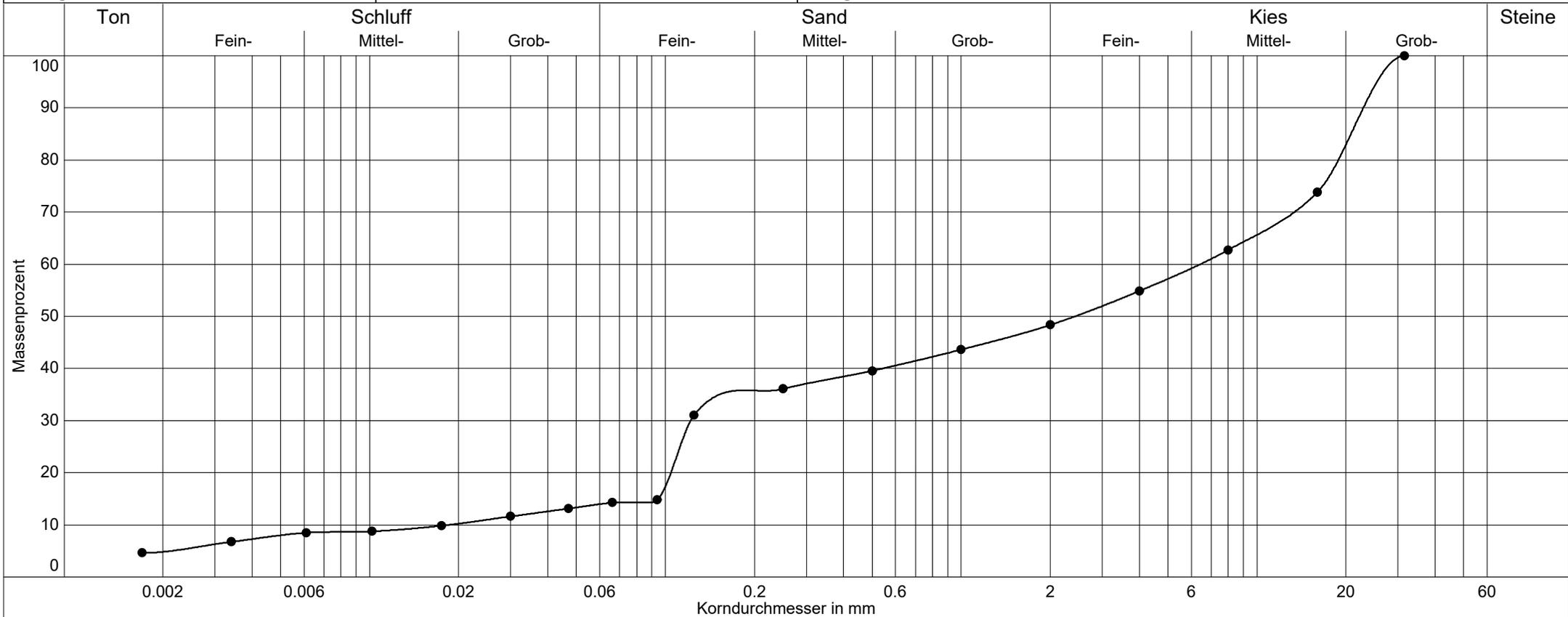
Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Hydrogeologische Untersuchungen Finkenbach-Gersweiler

Projektnr.: P20217

Anlage :



Labornummer	—●— KV 02			
Entnahmestelle	MP 1 (GWM 3/4, GWM 2/4)			
Entnahmetiefe				
Bodenart	G _s ,u'			
Bodengruppe	GU			
Kornfrakt. T/U/S/G	4.8/9.3/34.2/51.6 %			
Ungleichförm. Cu	346.0			
Krümmungszahl Cc	0.1			
Anteil < 0.063 mm	14.1 %			
Wassergehalt	16.5 %			

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

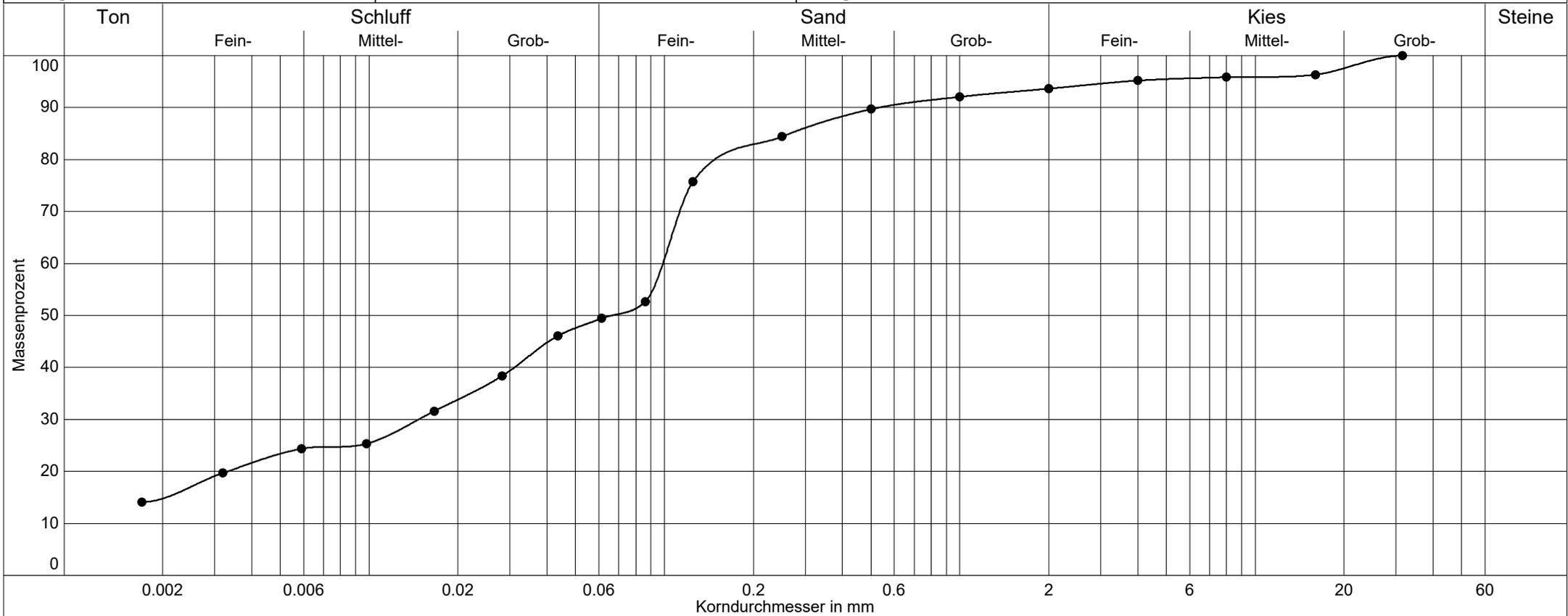
Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Hydrogeologische Untersuchungen Finkenbach-Gersweiler

Projektnr.: P20217

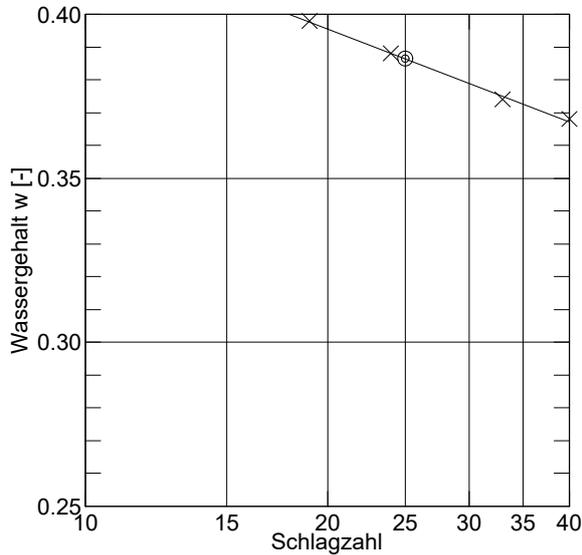
Anlage :



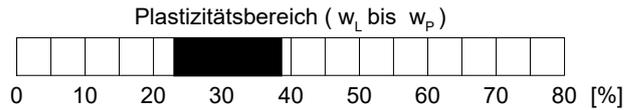
Labornummer	—●— KV 03			
Entnahmestelle	GWM 3/3			
Entnahmetiefe	2,0 - 4,7 m			
Bodenart	T,u*,s*,g'			
Bodengruppe	ST/ST*			
Kornfrakt. T/U/S/G	14.8/34.9/44.0/6.4 %			
Ungleichförm. Cu	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Anteil < 0.063 mm	49.7 %			
Wassergehalt	25.4 %			

Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Hydrogeologische Untersuchungen Finkenbach-Gersweil		
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: P20217	Anlage 5.2, Blatt 1	
67657 Kaiserslautern	Anlage :		
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: Kons 01		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Entnahmestelle: GWM 2/2		
	Tiefe : 0,3 - 2,2 m		
	Bodenart : TM		
	Art der Entrn. : GP		
Entrn. am : 07.12.2020			

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	5	6	7	8	226	228	229	
Zahl der Schläge	19	24	33	40				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	132.05	131.55	133.39	130.98	72.65	72.19	82.75	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	126.69	127.08	128.59	126.50	71.01	70.41	81.31	
Behälter m_B [g]	113.22	115.55	115.77	114.31	64.04	62.47	75.04	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	5.36	4.47	4.80	4.48	1.64	1.78	1.44	
Trockene Probe m_t [g]	13.47	11.53	12.82	12.19	6.97	7.94	6.27	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.398	0.388	0.374	0.368	0.235	0.224	0.230	0.230



Wassergehalt $w_N = 0.146$
 Fließgrenze $w_L = 0.386$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.230$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.156$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.538$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.538$

