

Dipl.-Ing. PETER JOSY

Beratender Ingenieur für Grund- und Felsbau



Geotechnischer Bericht

Projekt: Erschließung des Wohngebietes
„Weiherweg“
in 67278 Bockenheim / Weinstraße

Bauherr: BM Bauträgersgesellschaft mbH
Am Mittleren Weinberg 9
67258 Heßheim

Auftrag Nr.: 21-013.A

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Josy
Im Lammsbauch 26
67346 Speyer
Tel.: 06232 / 62 10 55
Fax: 06232 / 62 10 56
e-mail: geotechnik@josy-ing.de

Speyer, 07. Dezember 2021



Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung
2. Baugrundaufbau und Grundwasser
3. Bodenmechanische Kennwerte
4. Ergebnisse der Bodenanalysen
5. Bauausführung
- 5.1 Leitungsräben
- 5.2 Verkehrsflächen
- 5.3 Bauwerksgründung
- 5.4 Versickerung von Niederschlagswasser
6. Zusammenfassung

Anlagen

- Anlage 1: Lageplan der Aufschlusspunkte
- Anlage 2: Bohrprofile und Rammogramme
- Anlage 3: Laborversuche / Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
- Anlage 4: Analysenberichte Nr. 21/01755 und 21/01756

(N) Normen und Regelwerke

- N1: Witt, Karl Josef (Hrsg.): Grundbautaschenbuch, Band 1 bis 3 – 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, Februar 2018.
- N2: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB), Ausgabe 2019, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen.
- N3: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO), Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen.
- N4: Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 2. Auflage 2015-12, Beuth Verlag GmbH, Berlin-Wien-Zürich
- N5: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 5. Auflage 2012, Ernst & Sohn, Verlag, Berlin
- N6: Arbeitsblatt DWA-A 138 einschl. Kommentar vom August 2008 („Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“)
- N7: Merkblatt DWA-M 153 vom August 2007 („Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“)

Unterlagen

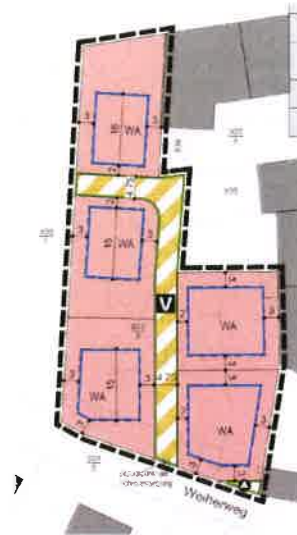
(U) Planungsunterlagen

- U1: Entwurf des Bebauungsplans des Planungsbüros Piske vom Oktober 2021 gemäß Mail des Bauherren vom 25.02.2021

1. Veranlassung

Das bisher für einen landwirtschaftlichen Betrieb genutzte Grundstück am Weiherweg in Bockenheim soll geteilt werden. Dabei bleibt im kleineren Teil der Fläche das vorhandene Wohnhaus mit Nebenanlagen erhalten.

Auf der größeren Fläche ist nach Abbruch der Scheune und den sonstigen überdachten Hallen die Errichtung von 5 Wohngebäuden mit der zugehörigen Erschließung geplant.



Mit der Baugrunderkundung im Bebauungsgebiet „Weiherweg“ und der Ausarbeitung dieses Berichtes wird der Unterzeichner vom Bauherren beauftragt. Hierzu werden ab der nahezu ebenen Geländeoberfläche (GOF) 5 Bohrsondierungen - BS - und 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde - DPH - bis in Tiefen von jeweils 6 m unter GOF abgeteuft. Die Ansatzpunkte entsprechen dem Geländeniveau zum Zeitpunkt der Erkundungen.



Baugrunderkundungen am 15. März 2021 - BS 1

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage 1 entnommen werden. In der Anlage 2 sind die zugehörigen Bohrprofile und Rammdiagramme dargestellt.

An zwei Mischproben der Bohrprofile bis 2 m Tiefe (BS 1 + 2 und BS 3 + 4 + 5) werden zur orientierenden Einstufung des Baugrundes Analysen nach den Parametern der LAGA und der Deponieverordnung (DepV) durchgeführt.

2. Baugrundaufbau und Grundwasser

Entsprechend den Angaben der geologischen Karten des Landes Rheinland-Pfalz stehen im Bereich von Bockenheim quartäre Lehme und Tone an.

Nach Ansprache der Bohrprofile werden ab der GOF folgende Bodenschichten aufgeschlossen:

bis 0,30 / 1,30 m	Auffüllungen und Schluff (Schicht 1)
bis 6,00 m	Ton (Schicht 2)



Bohrprofil BS 1

Die Auffüllungen der Schicht 1 aus Sand, Kies, Schluff, Schotter und Splitt sind überwiegend mitteldicht gelagert.

Sowohl im ‚Handversuch‘ als auch an repräsentativen Bodenproben wird die Konsistenz des Tons als ‚steif‘ und ‚halbfest‘ angesprochen bzw. im Labor ermittelt.

Die nach DIN 18 122 (Zustandsgrenzen) untersuchten Bodenproben ergeben eine Zuordnung in die Bodengruppen TA (ausgeprägt plastische Tone) und TL (leicht plastische Tone). Die jeweiligen Laborprotokolle sind als Anlage 3 beigelegt.

Nennenswerte Abweichungen des erkundeten Baugrundes sind bei der Bauausführung nicht zu erwarten.

Grund- und Schichtenwasser wird in den Bohrungen nicht angetroffen. Dennoch muss in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen mit Schichtenwasser gerechnet werden.

3. Bodenmechanische Kennwerte

Als Berechnungsgrundlage für erforderliche geotechnische Nachweise können die nachstehenden charakteristischen Kennwerte für die hier anstehenden Schichten (Homogenbereiche - HB - DIN 18300:2016-09 und 18301) zu Grunde gelegt werden:

Eigenschaften / Kennwerte	Schicht 1 HB A Auffüllungen / Schluff	Schicht 2 HB B Ton
Bodenklasse (alt)	3-4	4-5
Korngröße 0 - 63 mm [%]	100	100
Masseanteil Steine >63-200 mm	-	-
Masseanteil Steine >200-630 mm	-	-
Masseanteil Steine >630 mm	-	-
Verwitterung	-	-
Wichte γ [kN/m ³]	20	19
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	10	9
Scherfestigkeit φ'_k [°]	30	20
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	0	40
undrainierte Kohäsion $c'_{u,k}$ [kN/m ²]	0	80
E-Modul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	20-40	3-4
Wassergehalt	-	-
Plastizitätszahl	-	-
Konsistenz	-	steif / halbfest
Konsistenzzahl	-	-
Durchlässigkeit [m/s]	-	1×10^{-10}
Lagerungsdichte	mitteldicht	-
Organischer Anteil [%]	< 1	< 1
Abrasivität	abrasiv	abrasiv
Bodengruppe	U	TA, TL
Frostempfindlichkeit	F 2 / 3	F 3

Alle Schichten können mit Hydraulikbagger gelöst werden. Wesentliche Abweichungen der Bodenklassen bzw. der Homogenbereiche sind nicht zu erwarten.

Ggf. vorhandene Fremdeinlagerungen sind zu separieren und gesondert zu betrachten.

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen und / oder Leitungsgräben können die bindigen Schichten nicht verwendet werden.

Auf die erdbautechnischen Schwierigkeiten bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung im Schluff und Ton wird ganz besonders hingewiesen.

4. Ergebnisse der Bodenanalysen

In der folgenden Tabelle sind die untersuchten Mischproben mit Angabe der maßgebenden Stoffkonzentrationen und die abfallrechtlichen orientierenden Einstufungen nach LAGA Boden sowie nach Deponieverordnung (DepV) angegeben:

Mischproben	für abfallrechtliche Einstufung ausschlaggebende Parameter	Abfallrechtliche Einstufung nach „LAGA Boden“ / „DepV“
BS 1 + 2 (von 0 - 2 m)	Arsen = 14 mg/kg TS Kupfer = 24 mg/kg TS Nickel = 23 mg/kg TS Zink = 61 mg/kg TS	Z 0* - Verwertung möglich Erdbautechnische Schwierigkeiten im Ton Abfallschlüssel 17 05 04 Ansatz DK 0
BS 3 + 4 + 5 (von 0 - 2 m)	Arsen = 32 mg/kg TS Chrom = 31 mg/kg TS Kupfer = 37 mg/kg TS Nickel = 35 mg/kg TS Zink = 63 mg/kg TS	Z 1.1 - Verwertung möglich Erdbautechnische Schwierigkeiten im Ton Abfallschlüssel 17 05 04 Ansatz DK 0

Rechtzeitig vor der Erschließungsmaßnahme ist mit dem jeweiligen Entsorger der notwendige Untersuchungsumfang zur Deklarationsanalytik von Aushubmaterialien zu klären.

5. Bauausführung

Vor Beginn der Bauarbeiten muss die Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen bekannt sein. Eine Beweissicherung von angrenzenden Gebäuden und Anlagen wird empfohlen.

Sofern während der Bauausführung mit Erschütterungen zu rechnen ist, sollten in Abhängigkeit vom geplanten Bauablauf zumindest zeitweise Erschütterungsmessungen nach DIN 4150 durchgeführt und aufgezeichnet werden.

Das Erschließungsgebiet liegt nach der Erdbebenkarte des Geoportals Rheinland-Pfalz in der Erdbebenzone 1 mit Zuordnung in die Untergrundklasse S und die Baugrundklasse C.

5.1 Leitungsgräben

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Leitungsgräben in den bindigen Schichten nach DIN 4124 unter 60° geböscht angelegt werden.

Dieser Böschungswinkel ist zu vermindern, wenn besondere Einflüsse - wie z.B. Oberflächenwasser oder zur Baugrube hin fallende Schichtungen - vorliegen. Die Regelabstände für Verkehrslasten und die Arbeitsraumbreiten der genannten Norm sind zu beachten.

Sofern Leitungen aufgrund der örtlichen Randbedingungen in einem verbauten Graben entsprechend DIN 4124 verlegt werden müssen, ist ein verformungsarmer Verbau zu wählen, der einen sicheren Kraftschluss mit dem anstehenden Untergrund in jedem Bauzustand gewährleistet (z. B. Verbauwände und / oder Kanaldielen). Die Sicherung / Durchführung von Leitungen und / oder Hausanschlüssen muss ohne Materialaustrag möglich sein.

Für die jeweiligen Bauzustände sind die statischen Nachweise der Sicherungen rechtzeitig vor der Bauausführung vorzulegen. Im Regelfall reicht der Ansatz des aktiven Erddrucks mit den angegebenen bodenmechanischen Kennwerten aus.

Entlang von Fahrwegen und Leitungstrassen mit erhöhten Anforderungen an die zulässigen Verformungen des Verbaus ist der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen.

Beim Einbringen des Verbaus und den übrigen Bauaktivitäten sollten möglichst keine Erschütterungen verursacht werden. Die Anhaltswerte der DIN 4150-3: 2016-12 (Erschütterungen im Bauwesen), Tabelle 1 sind im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes einzuhalten. Im Zweifelsfall werden wie o. g. Erschütterungsmessungen in Abstimmung mit dem Bauherren empfohlen.

Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass sich der lichte Abstand des Verbaus beim Absenken nicht verändert. Die Verbaulänge ist auf das baubetriebliche Mindestmaß zu beschränken.

Bei der Grabenverfüllung ist eine ausreichende Verdichtung sicherzustellen und nachzuweisen ($D_{pr} \geq 100 \%$). Die o. g. Normen und Regelwerke sind mit den hier aufgeführten Querverweisen bei der Planung und Bauausführung zu beachten.

Neue Kanalrohre sind entsprechend DIN EN 1610 mit Unterstützung auf deren gesamten Länge kraftschlüssig zu verlegen. Auf dem jeweiligen Aushubplanum sollte der Baugrund möglichst ungestört anstehen. Grundsätzlich sind alle drei Bettungstypen nach DIN EN 1610 möglich.

Anstehende bindige Böden mit weicher Konsistenz sind gegen Ersatzboden auszutauschen oder es wird eine untere Bettungsschicht $a \geq 100$ mm entsprechend Bettungstyp 1 auf einer mindestens 20 cm dicken Schotter- oder Magerbetonstabilisierung erforderlich.

Es ist darauf zu achten, dass die Rohre ausreichend und ordentlich unterstopft werden. Ebenso sind die Seitenverfüllung, Abdeckung und Hauptverfüllung mit geeignetem Gerät und entsprechenden Schüttlagen mit einer Proctordichte von $\geq 100\%$ bzw. einem Verdichtungsgrad von $\geq 60 \text{ MN/m}^2$ einzubauen und zu verdichten.

Zur Verfüllung von Leitungsgräben und Arbeitsräumen ist der Aushub (Schluff / Ton) wie o. g. nicht geeignet. Hierzu sind nichtbindige bis schwach bindige Materialien der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU und SU nach DIN 18 196 zu verwenden. Dabei ist darauf zu achten, dass entlang von Leitungsgräben keine Wasserbewegungen stattfinden können.

5.2 Verkehrsflächen

Die Bemessung von Verkehrsflächen ist nach den RStO 2012 (N3 - „Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus“) mit den hier genannten Tragschichtdicken vorzunehmen.

Vom Planer sind die genauen Belastungsklassen entsprechend der jeweiligen Nutzung (PKW / LKW-Zufahrten / Rettungswege) nach N3 festzulegen. Als Belastungsklasse für eine reine PKW-Nutzung ist die Bk 0,3 ausreichend.

Sofern auf dem jeweiligen Planum der nach N2 / ZTVE-StB 19 geforderte Mindestwert des Verformungsmoduls von 45 MN/m^2 nicht erreicht wird, ist die Dicke der ungebundenen Tragschichten zu erhöhen oder der Untergrund zu verbessern / verfestigen. Im vorliegenden Fall ist davon auszugehen, dass auf dem Planum der genannte Mindestwert nicht erreicht wird.

Zur Verdichtungskontrolle sind statische Plattendruckversuche durchzuführen. Dabei sollte je nach Belastungsklasse und Oberflächenmaterial ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei einer Verhältniszahl $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ nachgewiesen werden. Dynamische Fallplattenversuche können lediglich zur Orientierung herangezogen werden.

Bei Verwendung von RC sind nur güteüberwachte Materialien (rollig, kornstabil, abriebfest, nicht quellfähig und frostsicher) mit aktuellen Prüfzeugnissen zulässig.

Die Herstellerangaben von Oberflächenbefestigungen wie z. B. für versickerungsfähige Pflastersysteme sind zu beachten. Wegen der anstehenden undurchlässigen Tonschichten sind versickerungsfähige Pflastersysteme nur im Verbindung mit einer Dränage möglich.

5.3 Bauwerksgründung

Bei den vorhandenen Platzverhältnissen können die Baugruben von unterkellerten Gebäuden nach DIN 4124 unter 60° geböscht angelegt werden. Die o. g. Angaben für Leitungsgräben gelten hier sinngemäß. Dabei ist der Bemessungswasserstand an der GOF anzusetzen.

Die Keller sind nach DIN 18 533 gegen eine mäßige Druckwasserbeanspruchung (Wasserdruck ≤ 3 m) entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E abzudichten.

Alternativ ist der Einbau von Dränagen nach DIN 18 195 möglich. Hier wäre die Frage der Vorflut zu klären.

Die Keller sind sowohl für den Erdruchdruck als auch für den Verdichtungserddruck nach DIN 4085, Abschnitt 6.6.1 zu bemessen.

Für die Dimensionierung von mindestens 0,50 m bis 2 m breiten Streifenfundamenten sind im Ton folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ bei ausreichender Grundbruchsicherheit zulässig:

Kleinste Einbindetiefe Fundament [m]	Konsistenz steif	Konsistenz halbfest	Konsistenz fest
0,50	130 kN/m ²	200 kN/m ²	280 kN/m ²
1,00	150 kN/m ²	250 kN/m ²	340 kN/m ²
1,50	180 kN/m ²	290 kN/m ²	380 kN/m ²

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Für die Bemessung von Bodenplatten im Ton kann für die Vorbemessung ein Bettungsmodul von 3 MN/m³ in Ansatz gebracht werden.

Bei Einbau eines mindestens 60 cm dicken Gründungspolsters aus Tragschichtmaterial kann dieser Wert auf 6 MN/m³ erhöht werden.

Nach Vorlage der Planung und Kenntnis der Lasten und Lastverteilung sind diese Angaben zu überprüfen und mit dem Unterzeichner abzustimmen.

5.4 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Durchlässigkeit der durchweg anstehenden Tonschichten liegt wie o. g. in der Größenordnung von 1×10^{-10} m/s und damit deutlich außerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereiches von bis 1×10^{-6} m/s des Arbeitsblattes N6 gemäß Bild 1.

Damit ist eine Versickerung von Niederschlagswasser in keiner Weise möglich.

6. Zusammenfassung

Für das Erschließungsgebiet werden lediglich auf der Grundlage des B-Plan-Entwurfs der U1 Angaben sowohl für die Erschließung als auch für die geplante Bebauung mitgeteilt.

Im Zuge der weiteren Planungen sind diese Angaben unter Berücksichtigung der genannten Normen und Regelwerke hinsichtlich ihrer Gültigkeit / Plausibilität zu überprüfen und mit dem Unterzeichner abzustimmen.

Für die Erdbauarbeiten wird folgendes Qualitätssicherungsprogramm empfohlen:

Untersuchungsparameter	Beprobungsfrequenz	
	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Bodenverbesserung / -verfestigung		
Eignungsprüfungen	gemäß Merkblatt	gemäß Merkblatt
Kontrolle der Bindemittelmenge	laufend	stichpunktartig
Kontrolle der Einfrästiefe		
Verdichtungskontrolle: - 1-Punkt-Proctor, - Sandersatzverfahren	gemäß Merkblatt	gemäß Merkblatt
Probebau Jeweils 1 Probebau für die das verbesserte Erdplanum, die Anschüttung und den Oberbau Kontrolle der Tragfähigkeit: - Proctorversuch gemäß DIN 18127 und Verdichtungsgrad gemäß DIN 18125 - Plattendruckversuche gemäß DIN 18134	2 x pro Probebau	1 x pro Probebau
Verb. Erdplanum, Anschüttungen Schottertrag- und Frostschuttschicht Kontrolle der Tragfähigkeit: - Proctorversuch gemäß DIN 18127 und Verdichtungsgrad gemäß DIN 18125 - Plattendruckversuche gemäß DIN 18134	1 x je 750 m ² und Lage	1 x je 1000m ² und Lage
Leitungsgrabenverfüllung Verdichtungskontrolle: Dichtebestimmung - leichte Rammsondierungen - dyn. Plattendruckversuche - Proctorversuch gemäß DIN 18127 und Verdichtungsgrad gemäß DIN 18125	1 x je 50 lfdm und auf jeder 2. Lage	1 x je 100 lfdm und auf jeder 2. Lage
Schottertragschicht, Frostschuttschicht Bestimmung des Feinkornanteils: - Korngrößenverteilung gemäß DIN EN 933-1	1 x pro 500 m ³ und Material	1 x pro 1.000 m ³ und Material
Asphaltuntersuchungen	Nach ZTV Asphalt StB	Nach ZTV Asphalt StB

Sämtliche Erd- und Gründungsarbeiten sind nach DIN 4020 geotechnisch zu überwachen und abzunehmen.

Josy

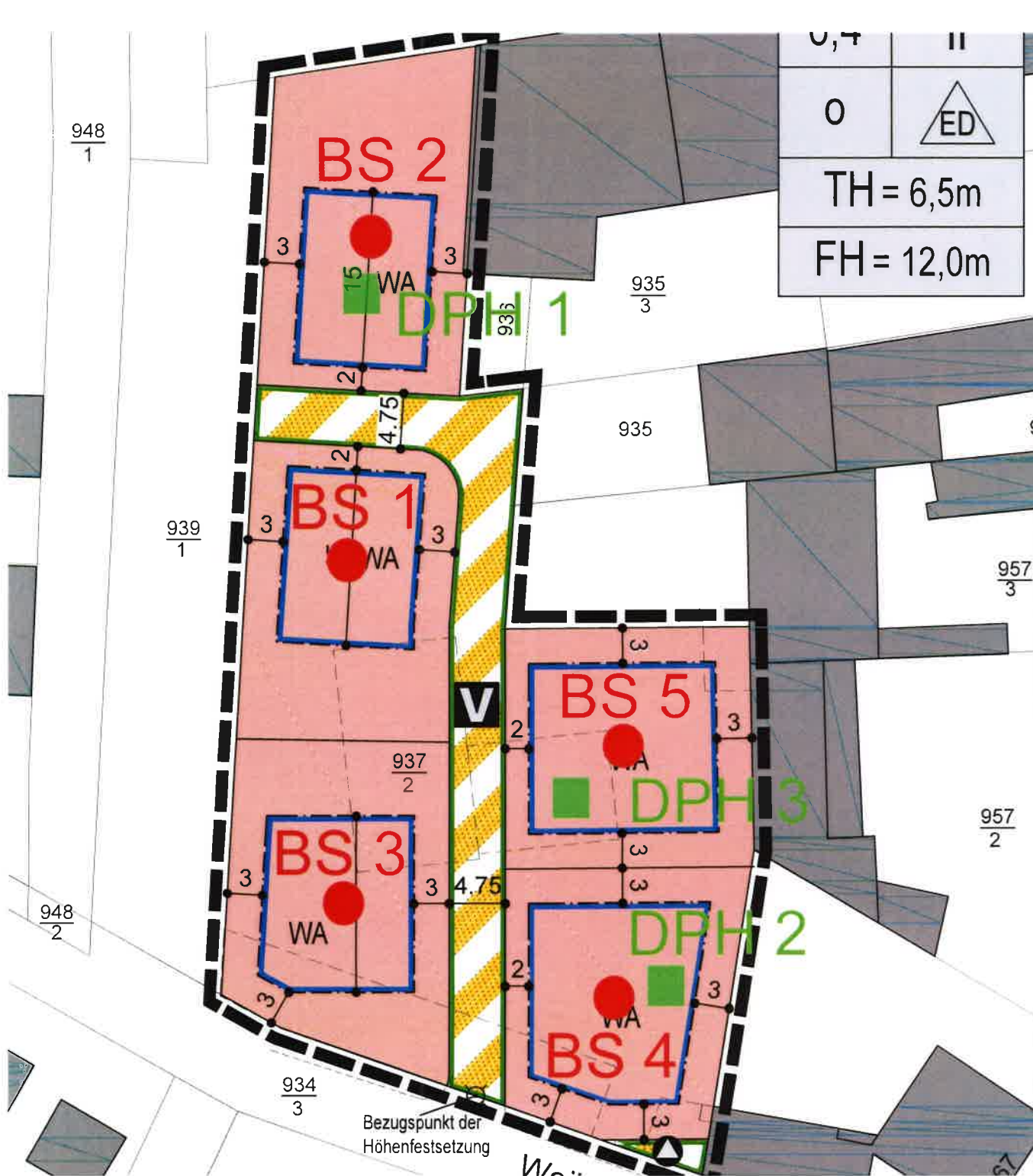


Dipl.-Ing. Peter Josy

Beratender Ingenieur
für Grund- und Felsbau

Anlage 1

21-013.A



Maß der baulichen Nutzung
(§ 9 Abs.1 Nr.1 BauGB, § 16 BauNVO)

GRZ 0,4

Grundflächenzahl

II

Zahl der Vollgeschosse

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen
(§ 9 Abs.1 Nr.2 BauGB, § 22 und 23 BauNVO)

0

offene Bauweise



nur Einzel- und Doppelhäuser zulässig



Baugrenze

Verkehrsflächen
(§ 9 Abs.1 Nr.11 und Abs.6 BauGB)



Private Verkehrsflächen
besonderer Zweckbestimmung



Verkehrsberuhigter Bereich



Fläche für die
Abfallbereitstellung



Straßenbegrenzungslinie

Dipl.-Ing. Peter Josy

Beratender Ingenieur
für Grund- und Felsbau

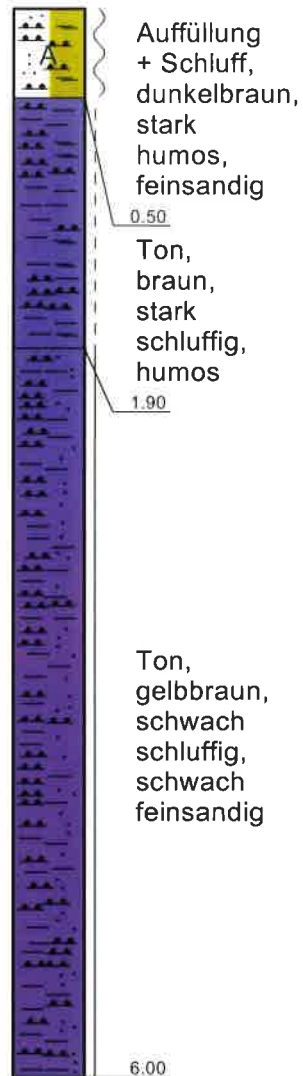
Anlage 2

21-013.A

BS 1

0,00 m

+/- 0,00 = GOF



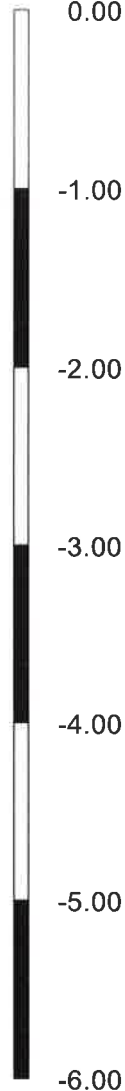
Legende

	halbfest	A	Auffüllung
	steif		Schluff
	weich		Ton

BS 2

0,00 m

+/- 0,00 = GOF



Schluff,
dunkelbraun,
stark
humos,
schwach
feinsandig,
schwach
tonig

1.30

Ton,
hellgraubraun,
stark
schluffig,
sandig,
kiesig

2.80

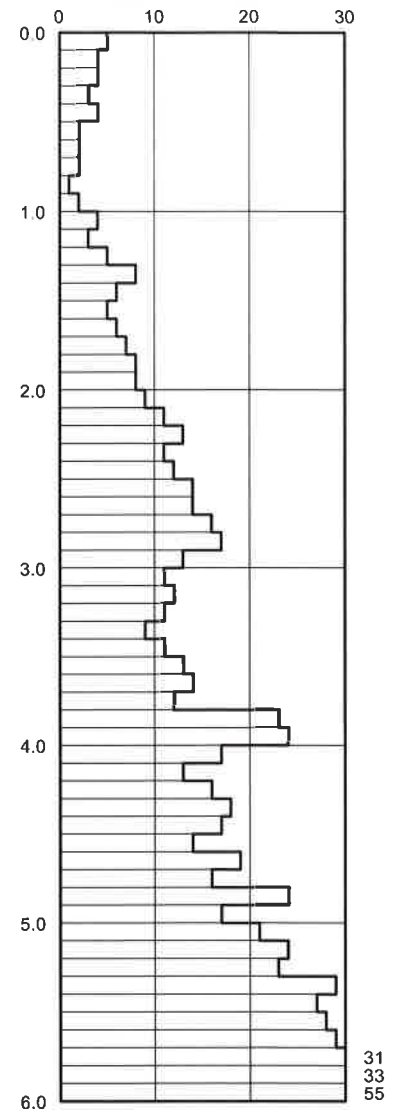
Ton,
hellgraubraun,
schluffig,
kiesig,
schwach
feinsandig,
mit
Kalksteineinlagerungen

6.00

DPH 1

0,00 m

Schlagzahlen je 10 cm



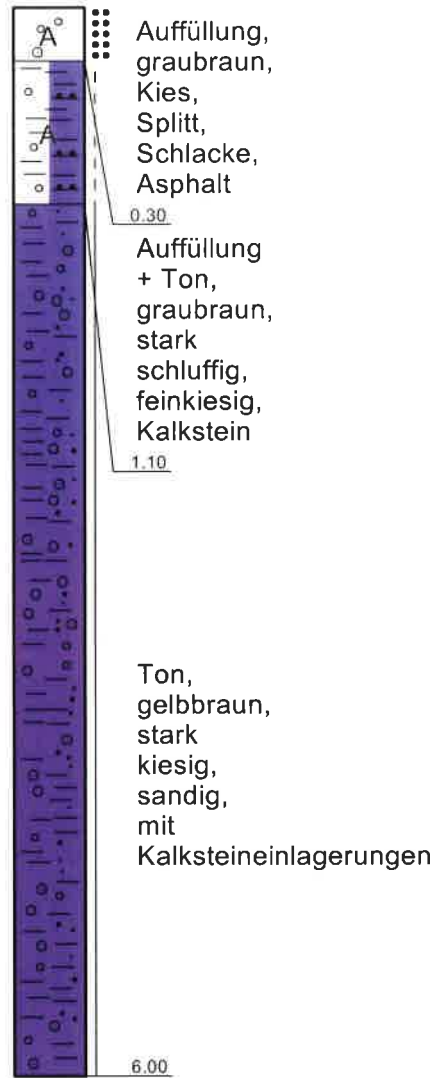
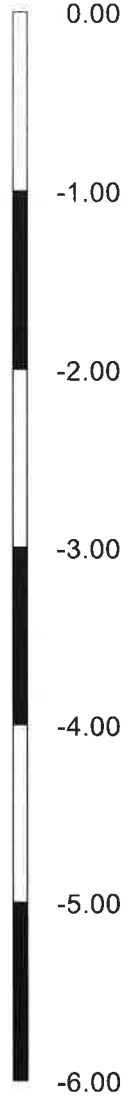
Legende



BS 3

0,00 m

+/- 0,00 = GOF



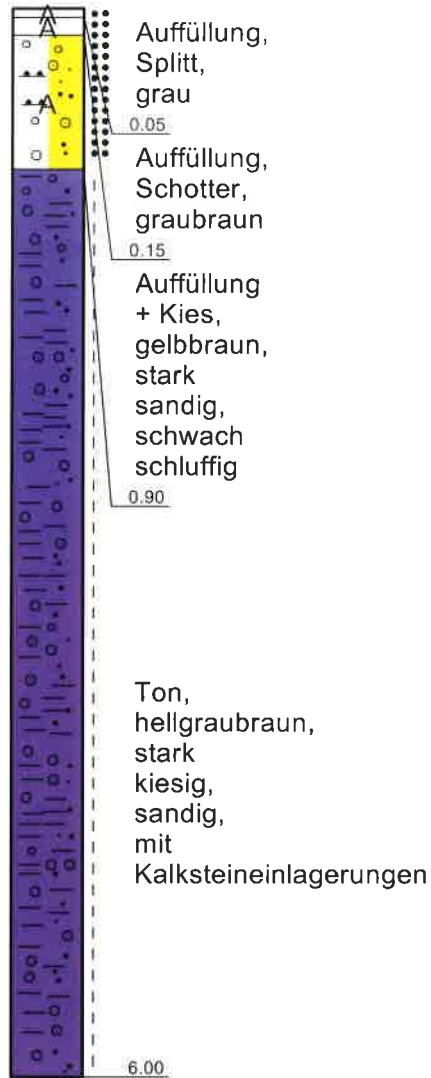
Legende

	halbfest		Auffüllung
	steif		Kies
	mitteldicht		Ton

BS 4

0,00 m

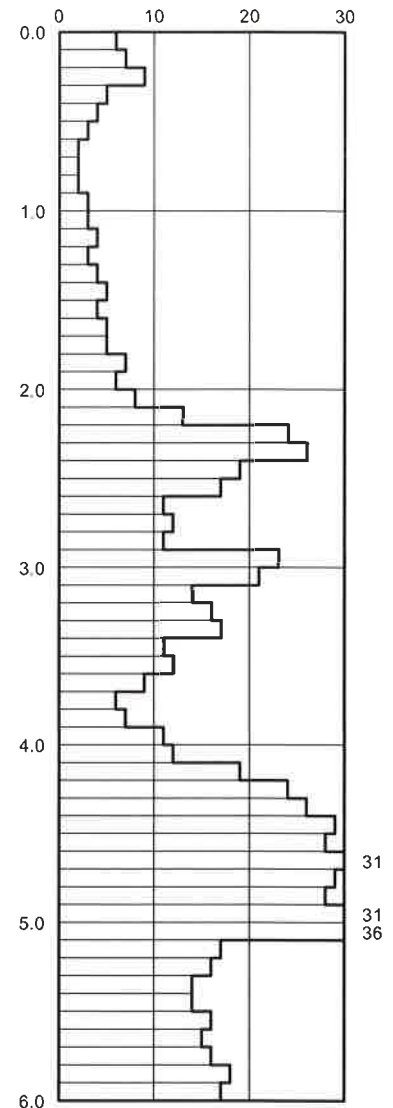
+/- 0,00 = GOF



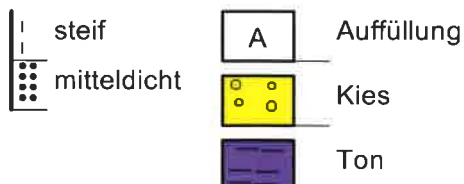
DPH 2

0,00 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende

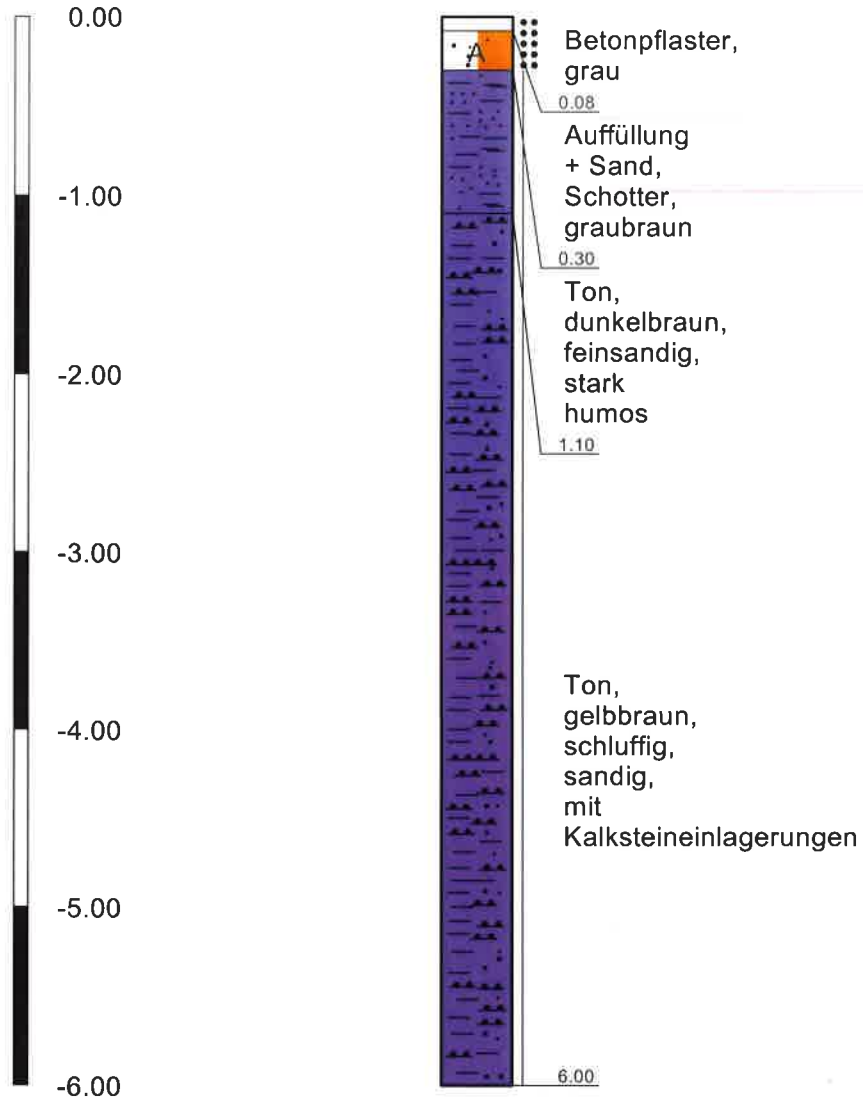


Anlage 2.4

BS 5

0,00 m

+/- 0,00 = GOF



Legende

	halbfest		Auffüllung
	mitteldicht		Sand
			Ton

Anlage 2.5

Dipl.-Ing. Peter Josy

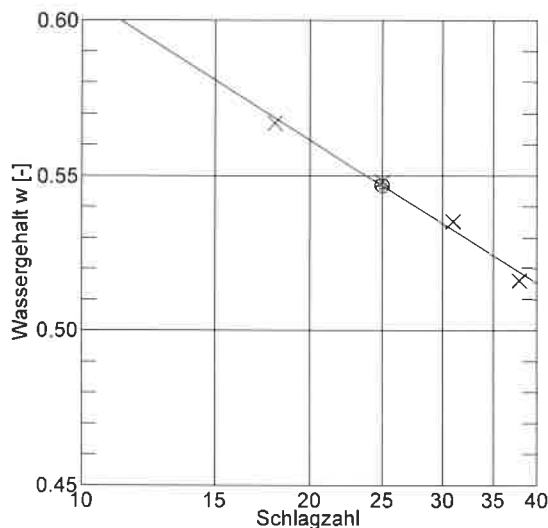
Beratender Ingenieur
für Grund- und Felsbau

Anlage 3

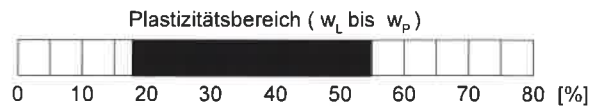
21-013.A

Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Weiherweg Bockenheim
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: G21065
67657 Kaiserslautern	Anlage :
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: Kons 01
Zustandsgrenzen	Entnahmestelle: BS 1/1
DIN 18 122	Tiefe : 0,5 - 1,9 m
	Bodenart : TA
	Art der Entn. : GP
	Entn. am : 15.03.2021

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		262	263	264	265	266	267	268	
Zahl der Schläge		18	25	31	38				
Feuchte Probe + Behälter	$m_r + m_B$ [g]	79.22	66.30	63.49	70.82	59.73	58.12	59.57	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	70.50	58.60	56.61	63.54	58.51	56.91	58.08	
Behälter	m_B [g]	55.11	44.54	43.76	49.43	51.61	50.07	49.62	
Wasser	$m_r - m_t = m_w$ [g]	8.72	7.70	6.88	7.28	1.22	1.21	1.49	
Trockene Probe	m_t [g]	15.39	14.06	12.85	14.11	6.90	6.84	8.46	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.567	0.548	0.535	0.516	0.177	0.177	0.176	0.177



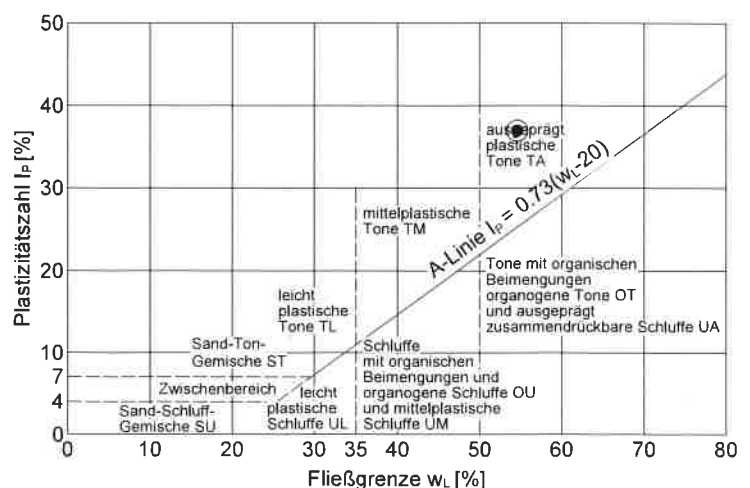
Wassergehalt $w_N = 0.216$
Fließgrenze $w_L = 0.547$
Ausrollgrenze $w_p = 0.177$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.370$

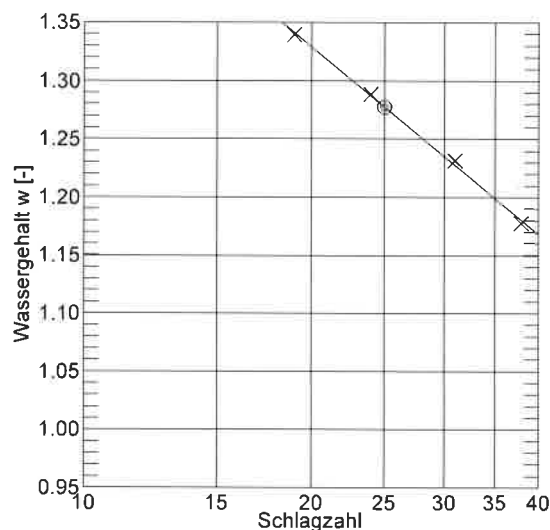
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = 0.105$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.895$

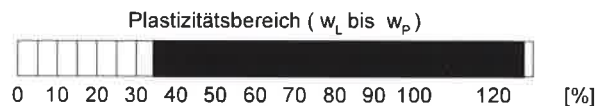


Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Weiherweg Bockenheim
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: G21065
67657 Kaiserslautern	Anlage :
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: Kons 02
Zustandsgrenzen	Entnahmestelle: BS 1/2
DIN 18 122	Tiefe : 1,9 - 6,0 m
	Bodenart : TA
	Art der Entn. : GP
	Entn. am : 15.03.2021

		Fließgrenze				Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.		9	10	11	12	13	14	15		
Zahl der Schläge		19	24	31	38					
Feuchte Probe + Behälter	$m_t + m_b$ [g]	128.02	129.52	128.84	128.68	122.43	124.60	124.62		
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_b$ [g]	119.44	121.11	120.74	120.91	120.45	122.27	122.24		
Behälter	m_b [g]	113.03	114.58	114.16	114.31	114.62	115.58	115.18		
Wasser	$m_t - m_t = m_w$ [g]	8.58	8.41	8.10	7.77	1.98	2.33	2.38		
Trockene Probe	m_t [g]	6.41	6.53	6.58	6.60	5.83	6.69	7.06	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	1.339	1.288	1.231	1.177	0.340	0.348	0.337	0.342	



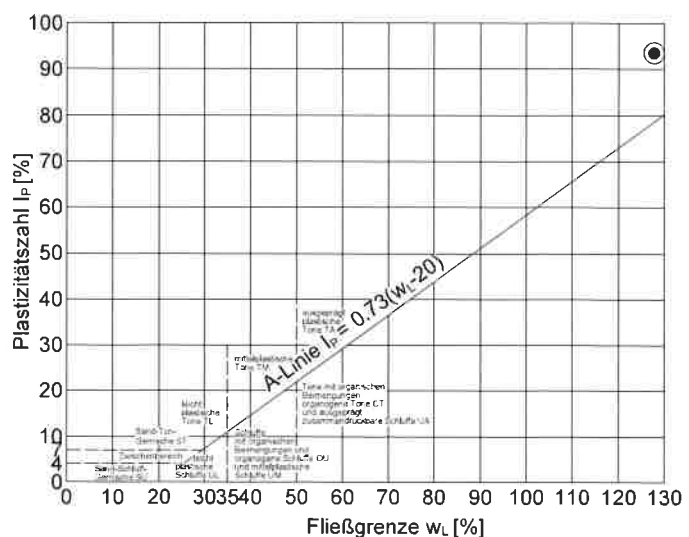
Wassergehalt $w_N = 0.308$
 Fließgrenze $w_L = 1.277$
 Ausrollgrenze $w_p = 0.342$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p = 0.935$

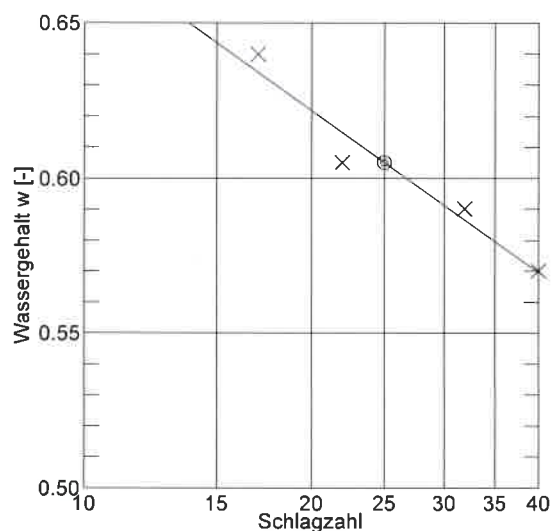
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_p}{I_p} = -0.036$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.036$

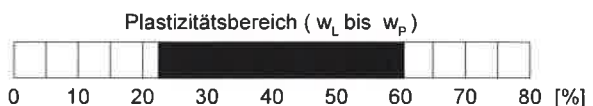


Geotechnisches Büro Moser	Projekt : Weiherweg Bockenheim
Nordbahnstraße 15a	Projektnr.: G21065
67657 Kaiserslautern	Anlage :
www.geotechnik-moser.de	Labornummer: Kons 03
Zustandsgrenzen	Entnahmestelle: BS 4/3
DIN 18 122	Tiefe : 0,9 - 6,0 m
	Bodenart : TA
	Art der Entn. : GP
	Entn. am : 15.03.2021

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		1	2	3	4	222	223	224	
Zahl der Schläge		17	22	32	40				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	138.20	134.04	132.43	132.65	84.60	83.36	72.26	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	129.01	126.80	125.95	125.81	82.75	81.48	70.39	
Behälter	m_B [g]	114.64	114.83	114.97	113.81	74.46	73.14	62.01	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	9.19	7.24	6.48	6.84	1.85	1.88	1.87	
Trockene Probe	m_t [g]	14.37	11.97	10.98	12.00	8.29	8.34	8.38	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.640	0.605	0.590	0.570	0.223	0.225	0.223	0.224



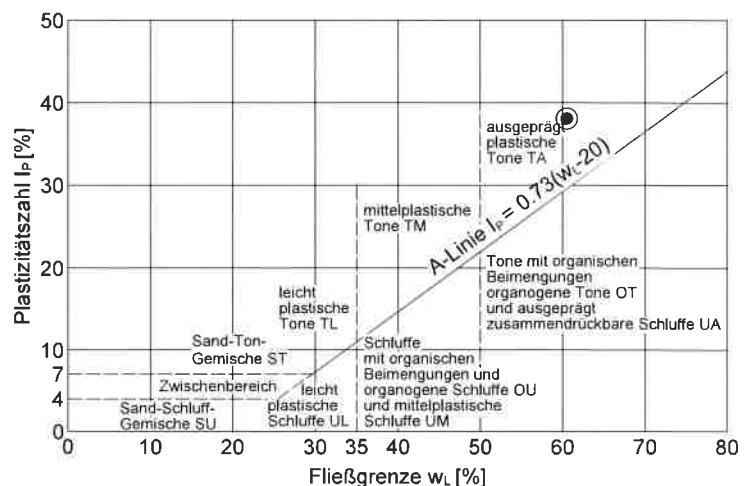
Wassergehalt $w_N = 0.252$
 Fließgrenze $w_L = 0.605$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.224$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.381$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.073$

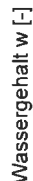
Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.927$



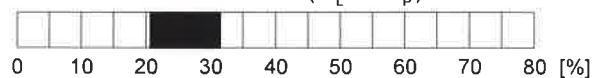
Zustandsgrenzen

DIN 18 122

Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$



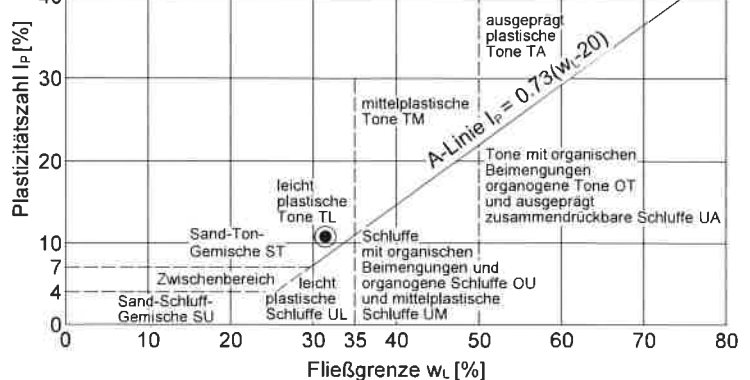
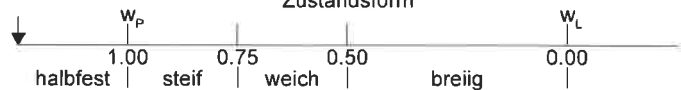
Wassergehalt	$w_N = 0.174$
Fließgrenze	$w_L = 0.314$
Ausrollgrenze	$w_p = 0.206$



Plastizitätszahl $I_p = w_l - w_p = 0.108$

$$\text{Liquiditätsindex } I_L = \frac{W_N - W_P}{I_D} = -0.296$$

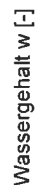
$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{W_L - W_N}{I_D} = 1.296$$



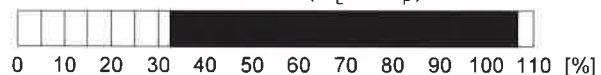
Zustandsgrenzen

DIN 18 122

Wassergehalt $\frac{m_w}{m_l} = w$



Wassergehalt	$w_N = 0.132$
Fließgrenze	$w_L = 1.064$
Ausrollgrenze	$w_P = 0.325$



Plastizitätszahl $I_p = w_l - w_p = 0.739$

$$\text{Liquiditätsindex } I_L = \frac{W_N - W_P}{I_P} = -0.261$$

$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{W_L - W_N}{I_D} = 1.261$$



Dipl.-Ing. Peter Josy

Beratender Ingenieur
für Grund- und Felsbau

Anlage 4

21-013.A

GBM Geotechnisches Büro Moser
Nordbahnstraße 15a
67657 Kaiserslautern

Analysenbericht Nr.	21/01755	Datum:	12.04.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: GBM Geotechnisches Büro Moser	Projekt-Nr.	: G21065
Projekt	: BV Weiherweg, Bockenheim	Art der Probenahme	: Mischprobe
Entnahmestelle	:	Entnahmedatum	: 15.03.2021
Art der Probe	: Boden	Originalbezeich.	: Mischprobe BS 3+4+5 (0,0-2,0)
Probeneingang	: 31.03.2021	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Probenbezeich.	: 21/01755		
Untersuchungszeitraum	: 31.03.2021 – 12.04.2021		

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 LML)		Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	86,1		-	-	-	-	-	DN EN 14346 :2007-03
TOC	[% TS]	0,64		0,5	0,5	1,5	5		DN EN 13137 :2001-12
Arsen	[mg/kg TS]	14		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	17		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	28		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	24		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	23		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,1		0,1	0,5	1	1,5	5	DN 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]	61		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		DN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000		DN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000		DN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10		DN 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					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DN 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					
Σ BTXE: *)	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB, ALB7,4 : 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					
Σ LHKW: *)	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB, ALB7,4 : 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]	0,05					
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					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,05	3	3	3 / 9	30	DN 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	[-]	8,21		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	102		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]	7		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]	12		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]	23		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		20	20	50	200	EN ISO 10304 :2009-07

*Extraktion in BVU GmbH, NL Kaiserslautern erstellt

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA TR Tab. II. 1.2-4) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 12.04.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

GBM Geotechnisches Büro Moser
Nordbahnstraße 15a
67657 Kaiserslautern

Analysenbericht Nr.	21/01756	Datum:	12.04.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: GBM Geotechnisches Büro Moser		
Projekt	: BV Weiherweg, Bockenheim	Projekt-Nr.	: G21065
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Entnahmedatum	: 15.03.2021
Probeneingang	: 31.03.2021	Originalbezeich.	: Mischprobe BS 1+2 (0,0-2,0)
Probenbezeich.	: 21/01756	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Untersuchungszeitraum	: 31.03.2021 – 12.04.2021		

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 LML)		Z 0*	Z 1	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,8		-	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2007-03
TOC	[% TS]	0,72		0,5		0,5	1,5	5	DIN EN 13137 :2001-12
Arsen	[mg/kg TS]	32		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	22		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	31		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	37		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	35		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,1		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 LML)	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					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	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					
Σ BTXE: *)	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB, ALB7,4 : 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					
Σ LHKW: *)	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	HLUG, HB, ALB7,4 : 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]	0,06					
Pyren	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07					
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					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,26	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	[-]	8,26		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	111		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	5		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]	8		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]	15		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

*Extraktion in BVU GmbH, NL Kaiserslautern erstellt

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA TR Tab. II. 1.2-4) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt.
Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 12.04.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

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