



Rubel & Partner · Management für Umwelt und Technologie

Geotechnisches Gutachten

Neubau Seniorenheim und Wohnanlage „Alte Gärtnerei“ in Dirmstein

Auftraggeber: Römerhaus Bauträger GmbH
Hofstückstraße 26
D-67105 Schifferstadt

Auftragnehmer: Rubel & Partner
Hermannstraße 65
D-55286 Wörrstadt
Tel.: 0 67 32 / 93 29 80
Fax: 0 67 32 / 96 10 98

Projektnummer: 140626

Projektleiter: Dipl.-Geol. S. Lahham

Wörrstadt, den 25. Juli 2014



Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	1
2	Verwendete Unterlagen.....	1
3	Situation.....	2
4	Baugrund	3
4.1	Baugrundaufschlüsse.....	3
4.2	Schichtenaufbau	4
4.2.1	Auffüllung / Oberboden.....	4
4.2.2	Schluff / schluffiger Feinsand.....	5
4.2.3	Sand.....	5
5	Bodenklassifizierung und Kennwerte.....	5
5.1	Klassifizierung der Schichten	5
5.2	Bodenmechanische Kennwerte.....	6
5.3	Erdbebenzone.....	7
6	Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser	7
7	Umwelttechnische Untersuchungen	8
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	9
8.1	Baugrund / Grundwasser	9
8.2	Baugrube	9
8.3	Wasserhaltung	10
8.4	Erdarbeiten	10
8.5	Gründung.....	11
8.5.1	Wohnanlage (2 Einzelgebäude mit Unterkellerung).....	11
8.5.2	Seniorenheim (nicht unterkellert).....	12
8.6	Bauwerksabdichtung.....	14
8.6.1	Wohnanlage (unterkellert)	14
8.6.2	Seniorenheim (nicht unterkellert).....	15
8.7	Arbeitsraumverfüllung	15
8.8	Verkehrsflächen	15
8.9	Versickerung.....	16
8.10	Umweltrechtliche Bewertung Oberboden	17
9	Zusammenfassung.....	18



Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Lagepläne
 - Anlage 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
 - Anlage 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500
- Anlage 2 Geotechnische Profilschnitte, Maßstab 1 : 50
 - Anlage 2.1 Geotechnischer Profilschnitt Wohnanlage
 - Anlage 2.2 Geotechnischer Profilschnitt Seniorenheim
- Anlage 3 Bodenmechanische Laborversuche
 - Anlage 3.1 Bestimmung der Wassergehalte nach DIN 18 121
 - Anlage 3.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
 - Anlage 3.3 Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128
- Anlage 4 Analysenergebnisse Umwelttechnik, Prüfbericht Nr. 1015095002, vom 15.07.2014
- Anlage 5 Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN 4030, Prüfbericht Nr. R 339, vom 10.07.2014



1 Auftrag

Das Büro Rubel & Partner, Wörrstadt, wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 16.06.2014 von der Römerhaus Bauträger GmbH in Schifferstadt beauftragt, Baugrunduntersuchungen für den Neubau eines Seniorenheimes und Wohnanlage in der „Alten Gärtnerei“ in Dirmstein auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit Schreiben vom 16.06.2014.

Die vorliegende Baugrundsituation ist in einem geotechnischen Gutachten darzustellen. Auf Basis der bodenmechanischen Feld- und Laboruntersuchungen sind Vorschläge zur wirtschaftlichen und sicheren Form der Gründung der Neubauten auszuarbeiten.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Gutachten zusammengefasst und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Von der Römerhaus Bauträger GmbH, Schifferstadt, wurden Rubel & Partner zur Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

- [P1] LOP, Bebauungsplan „Seniorenheim Dirmstein, Alte Gärtnerei“, Maßstab 1 : 500, vom 27.04.2014, mit Kurzbeschreibung zum Vorhaben.
- [P2] LOP, Neubau Seniorenwohn- und Pflegezentrum „Alte Gärtnerei“, Dirmstein, Entwurf Lageplan, Städtebauliches Konzept, Maßstab 1 : 500, vom 05.05.2014
- [P3] Vermessungsbüro Brütsch, BV Römerhaus, Dirmstein, Vermessungsplan, Maßstab 1 : 200, vom 14.04.2014
- [P4] Römerhaus Bauträger GmbH, Seniorenheim Dirmstein „Alte Gärtnerei“, Entwurf Lageplan Erdgeschoss, Maßstab 1 : 100, vom 12.06.2014
- [P5] Römerhaus Bauträger GmbH, Wohnanlage „Alte Gärtnerei“ Dirmstein, Schnitt, Maßstab 1 : 100, vom 26.05.2014

Des Weiteren standen Rubel & Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] Topographische Karte, Blatt 6415 Grünstadt Ost, Maßstab 1 : 25.000
- [U2] Geologische Karte, Blatt 6415 Grünstadt Ost, Maßstab 1 : 25.000
- [U3] Einschlägige DIN – Vorschriften
- [U4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 09, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)
- [U5] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zu Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt ATV-DWA-A 138, Fassung April 2005
- [U6] Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, RStO 12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), Ausgabe 2012



- [U7] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA); Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln – (Merkblatt 20)
- [U8] Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Ausgabe 2012
- [U9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG), 17.03.1998
- [U10] Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999
- [U11] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LfUG): Anforderungen des § 12 BBodSchV an die Herstellung einer durchwurzeltten Bodenschicht (ALEX-Informationsblatt 24), Juli 2007

3 Situation

Die Römerhaus Bauträger GmbH beabsichtigt den Neubau eines Seniorenheimes und einer Wohnanlage „Alte Gärtnerei“ an der Gerolsheimer Straße in Dirmstein.

Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) entnommen werden. Die Lage des Baufeldes ist aus der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 500 ersichtlich.

Das Baufeld liegt innerhalb des Geltungsbereiches des Bebauungsplans Seniorenheim Dirmstein, „Alte Gärtnerei“ [P1]. Begrenzt wird das ehemals als Gärtnerei bebaute Gelände im Norden und Osten durch die Gerolsheimer Straße und im Süden und Westen durch bestehende Wohnbebauung.

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten lag das ca. 8.000 m² große Gelände brach. Es umfasst das Flurstück 372/1. Die ehemalige Bebauung der Gärtnerei wurde größtenteils rückgebaut. Im Bereich des geplanten Seniorenheims lag z.T. noch eine Versiegelung mit Betonplatten vor.

Nach den vorliegenden Planunterlagen [P1], [P2] und [P3] sind auf dem Areal ein Seniorenheim und eine Wohnanlage mit zwei Mehrfamilienhäusern geplant, deren Lage in Anlage 1.2 dargestellt ist. Zusätzlich sind im südlichen Bebauungsbereich Einzel- und Doppelhausbebauungen geplant, die nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen sind.

Als Wohnanlage sind 2 Einzelhäuser mit jeweils 8 Wohneinheiten vorgesehen. Die max. Grundrissabmessungen betragen jeweils ca. 24 m x 15 m. Die bis ca. 12,0 m hohen Gebäude sind jeweils mit 2 Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss sowie mit einfacher Unterkellerung (Sockelhöhe ca. 1,0 m) konzipiert.

Das Seniorenheim ist ohne Unterkellerung projektiert. Das U-förmige Gebäude hat maximale Grundrissabmessungen von ca. 50 m x 30 m. Das Gebäude ist mit 3 Vollgeschossen und einem flach geneigten Satteldach vorgesehen.

Die Zufahrt zu dem Gelände soll östlich über die Gerolsheimer Straße erfolgen.



Detaillierte Planunterlagen sowie Fundamentpläne mit Lastangaben lagen Rubel & Partner zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

Gemäß [P4] ist davon auszugehen, dass die OK FFB EG des Seniorenheimes 0,2 m über dem Gehwegniveau (102,20 mNN) der Gerolsheimer Straße liegen. Aus den vorhandenen Straßenhöhen [P3] wird folgende Höhe angenommen:

Seniorenheim: OK FFB EG = ± 0,00 m = 102,40 mNN

Die geplante UK Bodenplatte UG Wohnanlage kann gemäß [P5] sowie Angabe der Römerhaus Bauträger GmbH mit ca. 2,0 m unter Geländeneiveau (ca. 102,60 mNN) angenommen werden. Hieraus ergibt sich folgende Höhe:

Wohnanlage: OK FFB EG = ± 0,00 m = 104,00 mNN
UK Bodenplatte UG = - 3,40 m = 100,60 mNN

Weitere Absenkungen der Sohle werden gemäß [P5] im Bereich von Aufzugsunterfahrten erforderlich.

Zur besseren Übersicht sind die aus bautechnischer Sicht relevanten Höhenlagen der OK FFB EG Seniorenheim und UK Bodenplatte UG Wohnanlage Gebäude in den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2 dargestellt.

Die von Rubel & Partner durchgeführten Baugrundaufschlüsse wurden auf einen Kanaldeckel in der Gerolsheimer Straße eingemessen, dessen Höhe der Unterlage [P3] mit 102,19 mNN entnommen wurde. Die Lage des Höhenbezugspunktes ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

Mit ermittelten Höhen an den Aufschlusspunkten zwischen 102,37 mNN (RKS 6) und 102,79 mNN (RKS 3) ist das Gelände als relativ eben zu bezeichnen.

4 Baugrund

4.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 03. / 04.07.2014 am Projektstandort folgende Aufschlüsse durchgeführt:

- 8 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen: RKS 1 bis RKS 8
- 4 Rammsondierungen (Typ DPH nach DIN 4094): DPH 1 bis DPH 4

Die Rammkernsondierungen wurden mit einem Durchmesser von $d = 80$ mm bis 40 mm niedergebracht. Sie dienten zur Probenentnahme und zur Erkundung des Baugrundes bis max. 7,0 m unter Gelände.

Die zeichnerische Darstellung der Bohrergebnisse nach DIN 4023 erfolgt in den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2.1 und 2.2.

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden wurden ergänzend 4 schwere Rammsondierungen Typ DPH (Dynamic-Probing-Heavy) ausgeführt. Die Rammsondierungen



wurden mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm² und einem Fallgewicht von 500 N ausgeführt. Die Schlagzahlen der Rammsondierung je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) können ebenfalls den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2.1 und 2.2 entnommen werden. Die Rammsondierungen wurden bis zu einer maximalen Endtiefe von 8,0 m unter Geländeoberkante (GOK) durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

Aus den Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN 4022 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196 und DIN 18 300. Außerdem wurden die Böden geologisch eingestuft.

Ausgewählte Bodenproben wurden hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Kennwerte untersucht. Die Auswertung der Laborversuche ist in Anlage 3 dokumentiert.

4.2 Schichtenaufbau

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und der eingehenden Geländeaufnahme vor Ort kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Bis zur Endtiefe der Aufschlüsse stehen im Untersuchungsgebiet quartäre, fluviatile Ablagerungen in Form von Sanden und Schluffen an. Überlagert werden diese flächig von Oberboden bzw. einer künstlichen Auffüllung.

Nachfolgend wird der angetroffene Schichtenaufbau beschrieben.

4.2.1 Auffüllung / Oberboden

Das oberste Glied der Schichtenabfolge wird in allen Sondierungen von Oberboden und einer Auffüllung eingenommen. Die Stärke variiert in den Aufschlüssen zwischen 0,9 m in RKS 8 und RKS 4 und 1,5 m in RKS 3. Bei der Auffüllung handelt es sich überwiegend um umgelagerte Oberböden und Schluffe der ehemaligen Gärtnerei.

Der Oberboden bzw. die Auffüllung besteht im Wesentlichen aus schwach organischem, sandigem Schluff mit variierenden Nebenanteilen von Kies und Ton, bereichsweise auch Steinen. Die Konsistenz wurde vorwiegend mit weich festgestellt. Die Farbgebung des Materials wechselt zwischen graubraun und dunkelbraun. Mit Ausnahme der RKS 4 wurden in allen Aufschlüssen anthropogene Anteile aus Beton-, Ziegelbruch, Steinen und Schlacke erkundet.

Die in den Rammsondierungen erzielten Sondierwiderstände ergeben für die bindigen Schichten ein Spektrum, das zwischen $N_{10} = 0$ bis 8 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe liegt. Grund-



sätzlich ist davon auszugehen, dass der Oberboden bzw. die künstliche Auffüllung keine Tragfähigkeit besitzt.

4.2.2 Schluff / schluffiger Feinsand

Mit Ausnahme des Bereiches bei RKS 5 folgt in allen anderen Aufschlüssen unterhalb des Oberbodens / der Auffüllung ein dunkelbrauner bis hellbrauner, schluffiger bis stark schluffiger Sand bzw. ein feinsandiger Schluff mit bereichsweise tonigen Anteilen. Die Konsistenz der Schluffe wurde bei der Geländeaufnahme vor Ort vorwiegend mit weich angesprochen. Die Mächtigkeit variiert zwischen 0,1 m in der RKS 8 und 1,0 m in RKS 2. Vereinzelt sind Schlufflagen auch bei den unterlagernden Sanden eingeschaltet

Eine charakteristische Korngrößenverteilung ist in der Anlage 3.2 dargestellt. Der Feinkornanteil < 0,063 mm wurde mit rund 70 Gew.-% bestimmt. Nach der ausgeführten Bestimmung des Glühverlustes an der Probe RKS 1/2 mit $V_{GI} = 3,03$ (Anlage 3.3) sind die Böden bereichsweise als schwach organisch anzusprechen.

Mit mittleren Schlagzahlen $N_{10} \approx 1 - 2$ der schweren Rammsondierungen kann den Schluffen eine geringe Tragfähigkeit zugeordnet werden.

4.2.3 Sand

Als unterstes Schichtglied wurden quartäre Sande erbohrt. Bis zur Endtiefe der Aufschlüsse von 7,0 m unter GOK wurde die Basis der Sande nicht erkundet.

Bodenmechanisch sind die Sande als Fein- bis Mittelsande mit tonigen und schluffigen Beimengungen anzusprechen. Von diesem Bodenmaterial wurde eine Kornverteilungsanalyse nach DIN 18 123 ausgeführt (Anlage 3.2). Hiernach sind die Sande gemäß DIN 18 196 der Bodengruppe ST, S \bar{U} und SU zuzuordnen. Bereichsweise überwiegt der bindigen Anteil, wodurch stark feinsandige Schluffe vorliegen.

Das Farbspektrum der Sande reicht von hellgrau bis braun.

Mit mittleren Schlagzahlen $N_{10} = 5$ bis 10 der Rammsondierungen wird dem Sand bis zum Grundwasserniveau eine lockere Lagerung bzw. mittlere Tragfähigkeit zugeordnet. Ab ca. 5 m unter Gelände ist ein Anstieg der Schlagzahlen $N_{10} > 10$ festzustellen, so dass ab dieser Tiefe dem Sand eine mitteldichte bis dichte Lagerung und gute Tragfähigkeit zuzuordnen ist.

5 Bodenklassifizierung und Kennwerte

5.1 Klassifizierung der Schichten

In der nachfolgenden Tabelle 1 wird eine Unterteilung der Schichten und eine Klassifizierung nach den Bodengruppen der DIN 18 196 sowie der Bodenklasse nach DIN 18 300 vorgenom-



men. Des Weiteren folgt eine Zuordnung der Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09 sowie der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97.

Tabelle 1: Erdbautechnische Klassifizierung der Schichten

Schichten	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 94 ¹⁾	Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 ²⁾
Oberboden / Auffüllung	A ³⁾ : [OH / SU / UL / TM]	1 / 3 / 4	/	/
Schluff / schluffiger Feinsand	SÜ / UL / TL / TM	4, wenn breiig 2	F 3	V 2 – V 3
Sand	S \bar{T} / SU / SÜ	3 / 4	F 2 – F 3	V 2 – V 3

- 1) F 1 = nicht frostempfindlich; F 2 = gering bis mittel frostempfindlich; F 3 = sehr frostempfindlich
- 2) V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden; V 2 = bindige gemischtkörnige Böden
V 3 = bindige, feinkörnige Böden
- 3) Auffüllungen (Bauschutt, Mauerwerks- bzw. Fundamentreste o.ä.) sind durch die Klassifizierung nach DIN 18 300 nicht erfasst und müssen daher in der Ausschreibung besonders erwähnt werden.

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche können die in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellten mittleren Bodenkennwerte in Abstimmung mit DIN 1055 für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte cal)

Schichten	Wichte (feucht)	Wichte (unter Auf- trieb)	Reibungswinkel (dräniertes Boden)	Kohäsion (dräniertes Boden)	Steifemodul (Erst- belastung)	Steifemodul (Wieder- belastung)
	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ' [Grad]	c' [kN/m ²]	$E_{s,e}$ [MN/m ²]	$E_{s,w}$ [MN/m ²]
Oberboden / Auffüllung	17 – 18	7 – 9	/	/	/	/
Schluff / schluffiger Feinsand	20	10	25	0 – 3	6 – 8	12 – 16
Sand						
bis 5,0 m	18	10	30	0	25	50
ab 5,0 m	19	11	32,5	0	40	80



5.3 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998 (ehemals DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessungen und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe April 2005) und der Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen von Rheinland-Pfalz, hrsg. vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2008) liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 1 sowie in der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

6 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten im Juli 2014 wurde in allen Sondierungen und in einem im Baufeld liegenden Brunnen (Lage siehe Anlage 1.2) Grundwasser angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Wasserstände zum Zeitpunkt der Sondierarbeiten festgehalten:

Tabelle 3: Grund- / Schichtwasserbeobachtungen

Aufschluss	Bohransatzpunkt [mNN]	Wasserstand		Datum
		[m u. GOK]	[mNN]	
RKS 1	102,40	6,90	95,50	04.07.2014
RKS 2	102,70	6,50	96,20	04.07.2014
RKS 3	102,79	5,87	96,92	03.07.2014
RKS 4	102,46	4,60	97,86	04.07.2014
RKS 5	102,51	5,80	96,71	04.07.2014
RKS 6	102,37	4,89	97,48	03.07.2014
RKS 7	102,42	4,80	97,62	04.07.2014
RKS 8	102,40	4,90	97,50	04.07.2014
Brunnen	102,65	4,70	97,95	04.07.2014

Die nach Bohrende eingemessenen Wasserstände variieren zwischen 4,60 m und 6,90 m unter Gelände bzw. 95,50 mNN und 97,95 mNN. Der Grundwasserleiter wird aus den quartären Sanden aufgebaut. Es ist i.W. von freien, bereichsweise auch gespannten Grundwasserverhältnissen auszugehen.

Die Aussagen über die hydrogeologischen Gegebenheiten beruhen auf den Feststellungen während der Aufschlussarbeiten. Über jahreszeitliche oder längerfristige Schwankungen des Grundwasserspiegels können keine genauen Aussagen gemacht werden, da hierfür langfristige Beobachtungen vorliegen müssen.



Für Bemessungsaufgaben sollte ein maximaler Grundwasserstand von

$$\text{HGW} = 99,50 \text{ mNN}$$

in Ansatz gebracht werden.

Zur Beurteilung betonaggressiver Inhaltsstoffe nach DIN 4030 wurde eine Grundwasserprobe aus einem bestehenden Brunnen (Lage siehe Anlage 1.2) entnommen und im chemischen Labor untersucht. Die Analysendaten sind in der Anlage 5 zusammengestellt. Nach dem Ergebnis der Analyse ist das Grundwasser als „nicht Beton angreifend“ einzustufen.

7 Umwelttechnische Untersuchungen

Zur umwelttechnischen Beurteilung des anstehenden Oberboden wurden umwelttechnische Untersuchungen gemäß dem ALEX-Informationsblatt 24 zu dem § 12 BBodSchV durchgeführt, da die zur Verwertung vorgesehenen Böden aus Oberboden und oberbodenähnlichen Schluffen (Auffüllung) bestehen.

Hierzu wurden aus dem Bohrprofil Bodenproben entnommen. Die zur umwelttechnischen Untersuchung vorgesehenen Bodenproben wurden in Glasflaschen (Weithalsgläser) mit teflonbeschichtetem Deckel gekühlt aufbewahrt und zur Analyse dem Labor bereitgestellt.

Nachfolgend ist die Zusammenstellung der Mischproben und das Untersuchungsprogramm der Proben dargestellt.

Tabelle 4: Untersuchungsprogramm Einzel- / Mischproben, Boden

Probe	Schicht	Mischprobe bestehend aus Probe	Analytik
MP Oberboden	Oberboden / Auffüllung	RKS 1/1 RKS 2/1, 2/2, 2/3 RKS 3/3, 3/4 RKS 4/1, 4/2 RKS 5/1, 5/2 RKS 6/1, 6/2 RKS 7/1, 7/2 RKS 8/1	ALEX-Informationsblatt 24

Die Analysen wurden von dem akkreditierten chemischen Labor Eurofins-Umwelt Ost GmbH durchgeführt. Der Originalbericht des Labors ist Gegenstand der Anlage 4.



8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

8.1 Baugrund / Grundwasser

Nach den im Projektareal durchgeführten Baugrundaufschlüssen können die anstehenden Schichten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

Tabelle 5: Tragfähigkeit und Schichtuntergrenze der anstehenden Böden

Schichten	Schichtuntergrenze		Tragfähigkeit
	[m unter GOK]	[mNN]	
Oberboden / Auffüllung	0,9 – 1,5	101,29 – 101,60	keine
Schluff / schluffiger Sand	1,0 – 2,1	100,60 – 101,40	gering
Sand	nicht erreicht	nicht erreicht	mittel – gut

Der im Baufeld anstehende Oberboden / Auffüllung ist aufgrund seiner Zusammensetzung (Organik) nicht zur Lastabtragung heranzuziehen und zu verwerten.

Der unterhalb des Oberbodens / Auffüllung anstehende quartäre Schluff / schluffige Sand ist aufgrund des Kornanteils < 0,063 mm (Feinkorn), des Wassergehalts und der Konsistenz als „gering tragfähig“ einzustufen.

Den anstehenden Sanden kann mit der nachgewiesenen lockeren bis mitteldichten und dichten Lagerung eine „mittlere bis gute Tragfähigkeit“ zugeordnet werden.

8.2 Baugrube

Im Baufeld sind Gebäude mit (Wohnanlage) und ohne Unterkellerung (Seniorenheim) und somit mit unterschiedlichen Baugrubentiefen geplant.

Die Unterkante der Bodenplatte der Unterkellerung der Wohnanlage kommt nach dem momentanen Ansatz bei rund 100,60 mNN zu liegen. Unter Einbeziehung einer unterlagernden Tragschicht resultiert hieraus eine maximale Baugrubentiefe von rund 2,4 m unter bestehender GOK.

Auf dem Baufeld sind die Platzverhältnisse größtenteils ausreichend, um die Baugrube frei geböscht herzustellen. In Anlehnung an DIN 4124 sind folgende Böschungswinkel anzusetzen bzw. sollten nicht überschritten werden.

- Oberboden / Auffüllung $\leq 60^\circ$
- Schluff / schluffiger Sand $\leq 60^\circ$
- Sand (über Grundwasser) $\leq 45^\circ$



Die ab dem Grundwasserschwankungsbereich anstehenden wassergesättigten Sande sind als Fließsande einzustufen. Dies bedeutet, dass die Sande ohne vorheriger Entwässerung zum „Ausfließen“ neigen.

Die Baugrube der Wohnanlage ist nach DIN 4124 herzustellen.

Es muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen u.U. durch besondere Gegebenheiten, Witterungseinflüsse sowie den Baustellenbetrieb beeinträchtigt wird. Außerdem sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen. In solchen Fällen ist die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nachzuweisen.

Die Böschungsoberflächen sind zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit einer Folie dauerhaft abzudecken. Die Folie ist an der Böschungskrone und am Böschungsfuß zu befestigen.

Für Kanalarbeiten sind die Gräben in Abstimmung mit der DIN 4124 anzulegen. Bis zu einer Grabentiefe von 1,25 m unter GOK ist ein Böschungswinkel von $\leq 90^\circ$ anzusetzen. Bei Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 - 1,75 m ist die Böschungskante ab 1,25 m bis GOK unter $\leq 45^\circ$ abzuböschern. Bei Gräben mit Tiefen $> 1,75$ m sind Verbaumaßnahmen erforderlich.

Grundsätzlich sind die Baugrubenaushubarbeiten durch die Fachbauleitung Rubel & Partner überwachen zu lassen. Hierdurch können gegebenenfalls auftretende Schwachstellen in der Gründungssohle sofort erkannt und evtl. erforderliche Zusatzmaßnahmen veranlasst werden.

8.3 Wasserhaltung

Die Aushubarbeiten bewegen sich innerhalb der Auffüllung (Oberboden, sandige Schluffe und den Sanden), die eine geringe Wasserdurchlässigkeit besitzen und entsprechend Niederschlags- und Schichtwasser temporär aufstauen können. Anfallendes Niederschlags- und Schichtwasser ist über eine offene Wasserhaltung zu fassen und einem Pumpensumpf zuzuführen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Tagwasserhaltung eine kostenfreie Nebenleistung gemäß VOB, Teil C, DIN 18299 ist. Alle Zusatzmaßnahmen, die durch eine unsachgemäße Tagwasserhaltung entstehen, sind deshalb von der bauausführenden Firma zu tragen.

Der höchste gemessene Wasserstand wurde während der Aufschlussarbeiten im Bereich der unterkellerten Wohnanlage mit einer Höhenkote von 96,92 mNN gemessen. Der Grundwasserstand lag somit während der Aufschlussarbeiten ca. 5,8 m unter GOK. Ausschließlich bei Grundwasserhöchstständen kann der in Kapitel 6 dargestellte Bemessungswasserstand erreicht werden, der ca. 1,1 m unterhalb der OK FFB UG der Wohnanlage zu liegen kommt.

8.4 Erdarbeiten

Es wird grundsätzlich darauf hingewiesen, dass die bindigen Bereiche der Auffüllung und die unterhalb der Auffüllung anstehenden Schluffe / schluffigen Feinsande witterungsempfindlich sind. Die bauausführende Firma muss die Erdarbeiten deshalb mit äußerster Sorgfalt ausfüh-



ren, damit die Tragfähigkeit des Planums nicht durch unsachgemäße Behandlung abgemindert wird.

Grundsätzlich ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung beim Anstehen von bindigen Böden auszuschließen.

Der Oberboden soll zunächst rückschreitend in der gemäß Anlage 2 dargestellten Stärke abgezogen werden. Lokal überlagernde Auffüllungsböden sind (RKS 3) separat aufzunehmen. Für die spätere Andeckung kann der zwischengelagerte Oberboden verwendet werden.

Um eine Auflockerung / Aufreißen der Aushubsohle zu vermeiden, ist der Aushub im Bereich der Aushubsohle mit glatter Schneide auszuführen. In Bereichen die nicht sofort wieder überbaut werden ist eine Sicherheitsschutzschicht von mindestens 0,4 m zu belassen bzw. ist Oberboden wieder anzudecken.

Aufgeweichte, vernässte oder verfahrenere Bereiche der Aushubsohle sind auszutauschen.

Die beim Aushub anfallenden Böden aus dem Bereich der Wohnanlage sind aufgrund ihrer Witterungsempfindlichkeit hinsichtlich einer Wiederverwendung als Erdbaumaterial zum Aufbau eines Bodenpolsters des Seniorenheimes witterungsgeschützt zwischenzulagern bzw. sofort nach Aushub in frischem Zustand für den Bodenaufbau wieder einzubauen.

Die weiteren Erdarbeiten sind abhängig von den in Kapitel 8.5 beschriebenen Gründungsarbeiten und sind dort weiter erläutert.

8.5 Gründung

8.5.1 Wohnanlage (2 Einzelgebäude mit Unterkellerung)

Im Hinblick auf die vorliegenden Baugrundverhältnissen wird für die geplante unterkellerte Wohnanlage jeweils eine Flächengründung über eine durchgehende, bewehrte Bodenplatte empfohlen. Bei einer Gründung über eine Stahlbetonbodenplatte wird eine Verringerung und Vergleichmäßigung der Bodenpressung und somit der Setzung und Setzungsdifferenz erreicht.

Die Unterkante der Bodenplatte kommt in Abstimmung mit der Römerhaus Bauträger GmbH ca. 2,0 m unter Gelände also bei rund 100,60 mNN zu liegen.

In der Gründungssohle stehen stark sandige Schluffe und schluffige Feinsande an. Nach den ausgeführten Kornverteilungen der Probe RKS 2/7 (Anlage 3.2) sind die anstehenden schluffigen, tonigen Sande als verdichtungsunwillig einzustufen und neigen bei dynamischer Verdichtung dazu ihre Tragfähigkeit zu verringern. Aufgrund der bindigen Böden ist die Aushubsohle ausschließlich statisch zu verdichten.

Als Arbeitsschicht, Auflager der Bodenplatte und zur Nachverdichtung der Sande ist eine $d = 0,25$ m starke Schottertragschicht der Körnung 0/32 mm verdichtet einzubringen. Zwischen der Schottertragschicht und dem Erdplanum ist ein zugfestes Geotextil mit einer Mindeststärke von 200 g/cm^2 vorzusehen.



Die Schottertragschicht (Erd-/Rohplanum) ist mit schwerem Gerät ($> 13 \text{ t}$) zu verdichten. Hierdurch wird auch eine Nachverdichtung der unterhalb anstehenden schluffigen Sande gewährleistet.

Auf Oberkante der Schottertragschicht (Körnung 0/32 mm) ist die Verdichtung mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134 in mindestens jeweils 2 Positionen zu überprüfen. Gefordert wird ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$.

Die Bodenplatte kann auf die $d = 0,25 \text{ m}$ starke Schottertragschicht aufgelegt werden. Weitere gründungstechnische Maßnahmen sind nicht auszuführen.

Die Bemessung der Bodenplatte erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren. Nach überschlägiger Setzungsberechnung kann zur Dimensionierung der Bodenplatte bei der o.g. Vorgehensweise ein Bettungsmodul

$$k_s = 6 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Unter Annahme geschätzter, mittlerer Bodenpressungen von $p \approx 100 \text{ kN/m}^2$ werden sich maximale Setzungsbeträge von $s \approx 18 \text{ mm}$ einstellen. Setzungsdifferenzen werden in einer maximalen Größenordnung $\Delta s = 10\text{-}12 \text{ mm}$ erwartet. Bauwerksschiefstellungen und Verkantungen werden auf $< 1 : 750$ abgeschätzt und liegen somit im bauwerksverträglichen Bereich.

Am Rand der Bodenplatte ist der Bettungsmodul in einem 2 m breiten Streifen linear zum Rand hin auf $k_{sr} = 7,2 \text{ MN/m}^2$ zu erhöhen.

Bei einem Gründungssystem über eine tragende Bodenplatte ist die Grundbruchsicherheit mehrfach gewährleistet, eine Angabe von zulässigen Bodenpressungen erübrigt sich.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass die Baugrubensohle und die Gründungsarbeiten durch die geotechnische Fachbauleitung überprüft werden müssen. Hierdurch wird gewährleistet, dass im Bereich der Aushubsohle flächig die beschriebenen Böden anstehen, für die Schottertragschicht geeignetes Material eingebaut und die Tragfähigkeit des Bodenpolsters nachgewiesen wird.

8.5.2 Seniorenheim (nicht unterkellert)

Die OK FFB wird gemäß [P4] mit ca. $102,40 \text{ mNN}$ angenommen. Aufgrund der im Baubereich ab ca. $1,2 \text{ m}$ unter GOK anstehenden bindigen Böden wird seitens Rubel & Partner eine Flächen Gründung über ein Bodenpolster und eine tragende Bodenplatte empfohlen.

Bei einer Flächen Gründung über eine durchgehende bewehrte Bodenplatte wird eine Vergleichmäßigung der Bodenpressung und somit eine Verringerung der Gesamtsetzung des Gebäudes erreicht. Im Eingangsbereich ist eine Lastabtragung über Einzelstützen vorgesehen. Diese sind auf der Bodenplatte des Untergeschosses abzusetzen. Ggf. ist hier die Bodenplatte verstärkt auszuführen.



Zur Minimierung der Setzungen und Vergleichmäßigung der Tragfähigkeit ist unterhalb der Bodenplatte ein Bodenaustausch in einer Gesamtstärke von mindestens 0,75 m bis ca. 101,20 mNN vorzunehmen.

Oberboden sowie Auffüllungsböden sind nicht als Aufstandsfläche geeignet und daher abzuschleifen und getrennt zur weiteren Verwertung zu lagern.

Die komplette Aushubsohle (Erd-/Rohplanum) ist mit schwerem Gerät (> 13 t) nachzuverdichten. Aufgrund der vorwiegend anstehenden bindigen Böden ist ausschließlich statisch zu verdichten.

Grundsätzlich ist der Bodenaustausch mit einem Überstand von mindestens 0,75 m über die spätere Bodenplatte zu dimensionieren. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Lasten aus der Bodenplatte unter einem Lastausbreitungswinkel von 45° gegen die Horizontale innerhalb des Bodenpolsters abgetragen werden.

Als Bodenaustauschmaterial sind die beim Aushub der Wohnanlagen anfallenden Böden (Schluff / Sand) nach einer Bodenconditionierung geeignet. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Erhöhung der Witterungsunempfindlichkeit der Aushubsohlen des Seniorenheimes (Stärke ca. 0,3 m) sowie des Bodenaustauschmaterials (Aushub Wohnanlage) wird eine hydraulische Bodenstabilisierung mit Kalk-Zement (Bindemittelzugabe mindestens 2 % der Trockendichte, Anteil 30 % Kalk, 70 % Zement) empfohlen. Bei einer Trockendichte von ca. $1,8 \text{ g/cm}^3$ ergibt sich eine Bindemittelmenge von mindestens 36 kg/m^3 Boden.

Das Schüttmaterial ist in Lagen mit maximal 0,25 m Stärke einzubauen und nachweislich auf $D_{Pr} \geq 97$ % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Zur Homogenisierung des Auftragsmaterials ist dieses vor der Verdichtung mit dem Conditionierungsmittel zu fräsen. Ggfs. ist eine Bewässerung des Material notwendig.

Bei der Herstellung einer neuen Schüttlage ist eine gute Verzahnung mit dem bereits eingebauten Material sicherzustellen.

Alternativ ist als Bodenaustauschmaterial gut verdichtbares, nicht bindiges weitgestuftes Natursteinmaterial der Körnung 0/56 mm bis 0/32 mm zu verwenden.

Als letzte Schicht des Bodenpolsters unterhalb der Bodenplatte ist grundsätzlich Material der Körnung 0/32 mm in einer Stärke von 0,25 m einzubauen.

Auf Oberkante Bodenaustausch bzw. auf der letzten Schicht unterhalb der Bodenplatte (Körnung 0/32 mm) ist die Verdichtung mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134 in mindestens 4 Positionen zu überprüfen. Gefordert wird ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$.

Die Bodenplatte kann auf das Natursteinmaterial 0/32 mm aufgelegt werden, da diese mit den vorgegebenen Kornabstufungen kapillarbrechende Eigenschaft besitzt.

Die Bemessung der Bodenplatte erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren. Nach überschlägiger Setzungsberechnung kann zur Dimensionierung der Bodenplatte bei der o.g. Vorgehensweise ein Bettungsmodul



$$k_s = 5 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Unter Annahme geschätzter, mittlerer Bodenpressungen von $p \approx 80 \text{ kN/m}^2$ werden sich maximale Setzungsbeträge von $s \approx 16 \text{ mm}$ einstellen. Setzungsdifferenzen werden in einer maximalen Größenordnung $\Delta s = 8\text{-}10 \text{ mm}$ erwartet. Bauwerksschiefstellungen und Verkantungen werden auf $< 1 : 750$ abgeschätzt und liegen somit im bauwerksverträglichen Bereich.

Am Rand der Bodenplatte ist der Bettungsmodul in einem 2 m breiten Streifen linear zum Rand hin auf $k_{sr} = 5,4 \text{ MN/m}^2$ zu erhöhen.

Bei einem Gründungssystem über eine tragende Bodenplatte ist die Grundbruchsicherheit mehrfach gewährleistet, eine Angabe von zulässigen Bodenpressungen erübrigt sich.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass die Baugrubensohle und die Gründungsarbeiten durch die geotechnische Fachbauleitung überprüft werden müssen. Hierdurch wird gewährleistet, dass im Bereich der Aushubsohle flächig die beschriebenen Sande anstehen, für die Schottertragschicht geeignetes Material eingebaut und die Tragfähigkeit des Bodenpolsters nachgewiesen wird.

8.6 Bauwerksabdichtung

8.6.1 Wohnanlage (unterkellert)

Mit den während der Baugrunderkundung angetroffenen Grundwasserständen hat das Grundwasser bei einer Gründungsohle $> 100,0 \text{ mNN}$ keinen unmittelbaren Einfluss auf die Bodenplatte der unterkellerten Neubauten.

Wegen des in die Arbeitsräume versickernden Niederschlagswassers ist das Untergeschoss durch eine umlaufende Ring- und Flächendränage nach DIN 4095 zu sichern.

Die Ringdrainleitungen erhalten einen Mindestdurchmesser von $NW = 100 \text{ mm}$. Die Dränrohre sind mit einem Gefälle von $l \geq 0,5 \%$ rückstausicher anzuschließen. Die Dränrohre sollten aus PVC-Stangenmaterial bestehen.

Die Dränleitungen sind mit Filtermaterial der Körnung 8/16 mm in einer Mindeststärke von 0,2 m allseits zu umhüllen. Zur Sicherung gegen Verschlammung ist der Filter mit einem Vlies der Stärke 140 g/m^2 zu ummanteln. Vor den aufgehenden Kelleraußenwänden sind Drainelemente mit Anschluss an die Ringdrainage zu installieren. An den Knickpunkten der Drainleitungen sollte Spülschächte angeordnet werden. Bei ordnungsgemäßer Ausführung der Ringdrainage kann die Bauwerksabdichtung dann nach DIN 18195, Teil 4 erfolgen.

Unterhalb der Bodenplatte ist gemäß DIN 4095 eine Flächendränage vorzusehen, die über Dränleitungen entwässert wird. Der Abstand der Dränleitungen kann mit $a = 7 \text{ m}$ angesetzt werden. Alternativ zur Ausbildung einer Flächendränage ist die Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Bauweise) auszubilden.



8.6.2 Seniorenheim (nicht unterkellert)

Für das nicht unterkellerte Seniorenheim genügen Schutzmaßnahmen gegen Bodenfeuchtigkeit nach DIN 18 195, Teil 4 (Ausgabe August 2000).

Es ist deshalb ausreichend, unterhalb der Bodenplatte eine kapillarbrechende Schicht der Körnung 0/32 mm (max. Feinkornanteil $< 0,063 \text{ mm} < 7\%$ im eingebauten Zustand) von mindestens 25 cm Stärke einzubauen. Diese Funktion übernimmt die vorgesehene Schottertragschicht unterhalb der Bodenplatte.

8.7 Arbeitsraumverfüllung

Im Zusammenhang mit der Hinterfüllung des Arbeitsraumes hinter den Außenwänden der Wohnanlage ist auf eine sorgfältige Verfüllung mit geeignetem Material der Bodengruppe GW oder GI nach DIN 18 196 hinzuweisen.

Das Hinterfüllungsmaterial ist in Lagen mit maximal 0,25 m Stärken einzubauen. Im hausnahen Bereich ist die Verdichtung der Arbeitsräume grundsätzlich mit leichten dynamischen oder stampfenden Geräten vorzunehmen, so dass kein unzulässig hoher Verdichtungsdruck auf die Außenwände erzeugt wird.

Zur Qualitätssicherung der Hinterfüllungsarbeiten sind dynamische Lastplattendruckversuche nach jeweils 1,0 m Aufbauhöhe auszuführen. Gefordert wird für die o.g. Bodengruppen in setzungsempfindlichen Bereichen ein Verformungsmodul $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$.

Alternativ kann die Arbeitsraumverfüllung mit den vor Ort anstehenden bindigen Böden (nicht Oberboden!) erfolgen. Zum Einbau sind die Böden mittels Kalk-/Zementgemisch (Bindemittelanteil ca. 2 % der Trockendichte) außerhalb der Arbeitsraumverfüllung zu konditionieren. Das Verfüllmaterial ist nachweislich auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Die Lagenstärke des konditionierten Hinterfüllungsmaterials ist mit maximal 0,2 m Stärke anzusetzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Aushubmaterial witterungsgeschützt zwischenzulagern ist.

Die Durchführung der Konditionierungsarbeiten muss gemäß den Vorgaben der FGSV-Merkblätter zur Durchführung von Konditionierungsarbeiten im Einklang mit der ZTVE-StB 09 erfolgen.

8.8 Verkehrsflächen

Das Erd-/Rohplanum wird nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse innerhalb von Oberböden, der Auffüllung bzw. der Schluffe / schluffigen Feinsande zu liegen kommen. Bei diesen Böden ist die Grundtragfähigkeit mit dem in der RStO 12 [U6] geforderten Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß nicht vorhanden. Sofern die Grundtragfähigkeit nicht nachgewiesen wird, kann diese z.B. in Form eines Bodenaustausches mit einer Stärke von mindestens 30 cm erreicht werden. Als Bodenaustauschmaterial sollte Bodenmaterial der



Körnung 0/45 mm bis 0/56 mm verdichtet eingebaut werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die Oberböden bis in eine Tiefe von ca. 1,2 m unter Gelände reichen und vollständig auszuheben sind.

Alternativ kann der Bodenaustausch mit dem vor Ort anstehenden bindigen Boden (nicht Oberboden!) erfolgen. Zum Einbau ist dieser wiederum wie in dem vorangegangenen Kapitel zu konditionieren.

Die Ausbildung des Oberbaues erfolgt ebenfalls nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) in Abhängigkeit der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse.

Die Verdichtung des Planums sowie der Schottertragschicht ist mit statischen Lastplattendruckversuchen im Raster von 25 x 25 m nachzuweisen.

8.9 Versickerung

Die Versickerung des Niederschlags- und Hofflächenwassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [U5] in Verbindung mit dem Merkblatt DW A-M 153 (August 2007) zu entnehmen.

Die wesentlichste Voraussetzung für die Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeit in einem k_f -Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s.

Bei der im Projektareal anstehenden Schichtenabfolge sind die ab einer Tiefe von ca. 2,0 m unter bestehender GOK anstehenden bindige Sande zur Versickerung heranzuziehen. Dies bedeutet, dass die oberhalb anstehenden Schluffe / stark schluffigen Sande mit den Versickerungselementen durchfahren werden müssen.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) der Sande wird mit $k_f = 4 \times 10^{-6}$ m/s abgeschätzt.

Der angegebene k_f -Wert gilt für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone. Der Durchlässigkeitsbeiwert eines nicht wassergesättigten Bodens ist geringer als der eines wassergesättigten Bodens. Für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist demzufolge nicht der für die gesättigte Zone bestimmte k_f -Wert anzusetzen, sondern der in der ungesättigten Zone geringere $k_{f,u}$ -Wert. Vereinfacht wird der Durchlässigkeitsbeiwert für einen ungesättigten Zustand zu $k_{f,u} = k_f / 2$ berechnet.

Zur Dimensionierung der Versickerungsanlage ergibt sich ein Durchlässigkeitsbeiwert

$$k_{f,u} = 2 \times 10^{-6} \text{ m/s.}$$



8.10 Umweltrechtliche Bewertung Oberboden

Die Basis für die Entsorgung von anfallendem Bodenaushub bilden die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen" der Ländergemeinschaft Abfall (LAGA). In Abstimmung mit Römerhaus Bauträger GmbH ist vorgesehen den anfallenden Bodenaushub als Bodenaustauschmaterial vorzusehen. Dementsprechend fällt bei Aushub ausschließlich Oberboden an. Für Oberboden gilt nicht der von der LAGA erfasste Verwertungsbe- reich. Mögliche Verwertungswege für Oberboden sind Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht, wobei die Anforderungen des Infoblattes 24 des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz [U11] zum § 12 BBodSchV [U10] zu beachten sind.

Zur umwelttechnischen Bewertung sind die Ergebnisse der labortechnischen Untersuchung der Mischprobe des Oberbodens in nachfolgender Tabelle den Vorsorgewerten [U10] und [U11] für die Bodenart Schluff gegenübergestellt.

Tabelle 6: Analysenergebnisse und bodenschutzrechtliche Einstufung der Grabenfüllung

	Einheit TS	MP Oberboden	Vorsorgewerte BBodSchV [U10] ^{1) 3)}	ALEX-Infoblatt 24 [U11] ¹⁾	
				Vorsorgewerte <u>ohne</u> landwirtschaftliche Fol- genutzung	Vorsorgewerte <u>mit</u> landwirtschaftlicher Folgenutzung
TOC	Ma.-%	1,3	–	–	–
Blei	(mg/kg)	21	70	70	49
Cadmium	(mg/kg)	< 0,2	1,0	1,0	0,7
Chrom	(mg/kg)	23	60	60	42
Kupfer	(mg/kg)	38	40	40	28
Nickel	(mg/kg)	20	50	50	35
Quecksilber	(mg/kg)	0,09	0,5	0,5	0,35
Zink	(mg/kg)	88	150	150	105
Humusgehalt	Ma.-%	2,2	–	–	–
PCB	(mg/kg)	< 0,01	0,05 / 0,1 ²⁾	0,05 / 0,1 ²⁾	0,03 / 0,07 ²⁾
PAK	(mg/kg)	0,08	3 / 10 ²⁾	3 / 10 ²⁾	2 / 7 ²⁾
Benz(a)pyren	(mg/kg)	< 0,05	0,3 / 1 ²⁾	0,3 / 1 ²⁾	0,2 / 0,7 ²⁾
pH-Wert	ohne	7,6	–	–	–

¹⁾ = Bodenart Schluff und Humusgehalt ≤ 8 Ma.-%

²⁾ = Zuordnungswerte für Humusgehalt > 8 Ma.-%

³⁾ = Die Vorsorgewerte der BBodSchV finden für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung

- = keine Zuordnungswerte vorhanden

Die labortechnische Untersuchung der Mischprobe des Oberbodens ergab, dass ein Vorsorge- wert gemäß [U11] für die Anforderung an die Herstellung einer durchwurzelten Bodenschicht mit landwirtschaftlicher Folgenutzung nicht eingehalten wird. Bei der Mischprobe wurde eine zu hohe Konzentration an Kupfer ermittelt. Die labortechnisch ermittelten Konzentrationen der



Mischprobe unterschreiten jedoch die Vorsorgewerte zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ohne landwirtschaftliche Folgenutzung, so dass dieser Verwertungsweg empfohlen wird.

9 Zusammenfassung

Die Römerhaus Bauträger GmbH beabsichtigt den Neubau eines Seniorenheimes sowie einer Wohnanlage in Dirmstein.

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden am Projektstandort Ramm- und Rammkernsondierungen ausgeführt. Im vorliegenden Bericht wird der angetroffene Schichtaufbau beschrieben. Auf der Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche werden Empfehlungen hinsichtlich der Gründung der geplanten Neubauten getroffen.

Durch die Baugrunderkundungen wurde nachgewiesen, dass am Projektstandort flächige in großer Stärke Oberboden ansteht der bis in eine maximale Tiefe von 1,2 m reicht.

Die Gründung der Wohnanlage sollte über eine bewehrte Bodenplatte ausgeführt werden. Als Arbeitsschicht und als Auflager für die Bodenplatte ist eine Schottertragschicht von 0,2 m Stärke einzurichten.

Die Gründung des nicht unterkellerten Seniorenheimes sollte über eine bewehrte Bodenplatte ausgeführt werden. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit ist für diese Bodenplatte ein Bodenpolster von mindestens 0,75 m Stärke einzurichten.

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen ist der Oberboden für das Aufbringen auf nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen als durchwurzelbare Bodenschicht geeignet. Entsprechende Verwertungswege sollten abgestimmt werden.

Im Bereich der Verkehrsflächen wird erfahrungsgemäß mit den angetroffenen Böden der nach RStO 12 geforderte Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht. Demzufolge sind hier Maßnahmen zu Erhöhung der Tragfähigkeit einzuplanen.

Die Gründungsarbeiten sind von der Fachbauleitung Rubel & Partner überwachen zu lassen.

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

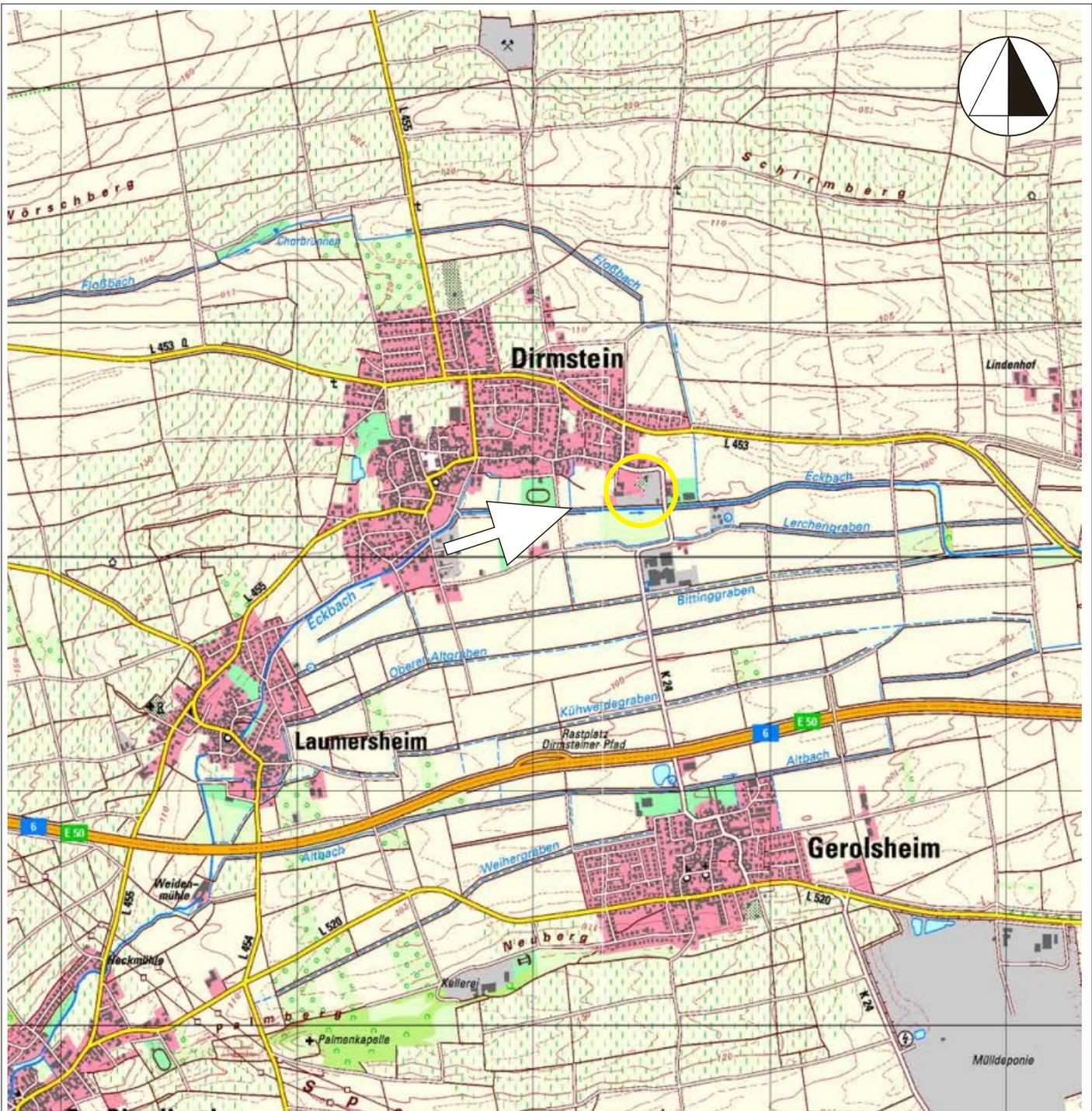
Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Wörrstadt, den 25. Juli 2014

Dipl.-Geol. S. Lahmann



Dipl.-Geogr. A. Funke



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung				
Auftraggeber:		Römerhaus Bauträger GmbH Hofstückstraße 26 D-67105 Schifferstadt				Datum	Name	
						bearbeitet:		
						gezeichnet:		
						geprüft:		
Planer:		 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98				Datum	Name	
						bearbeitet:	03.07.2014	WA
						gezeichnet:	08.07.2014	AH
						geprüft:	25.07.2014	LA
Projekt:		Geotechnisches Gutachten Neubau Seniorenheim und Wohnanlage "Alte Gärtnerei" in Dirmstein Übersichtslageplan						
Leistungsphase:		Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage-Nr.:		
Geotechnische Erkundung		1 : 25.000		140626		1.1		



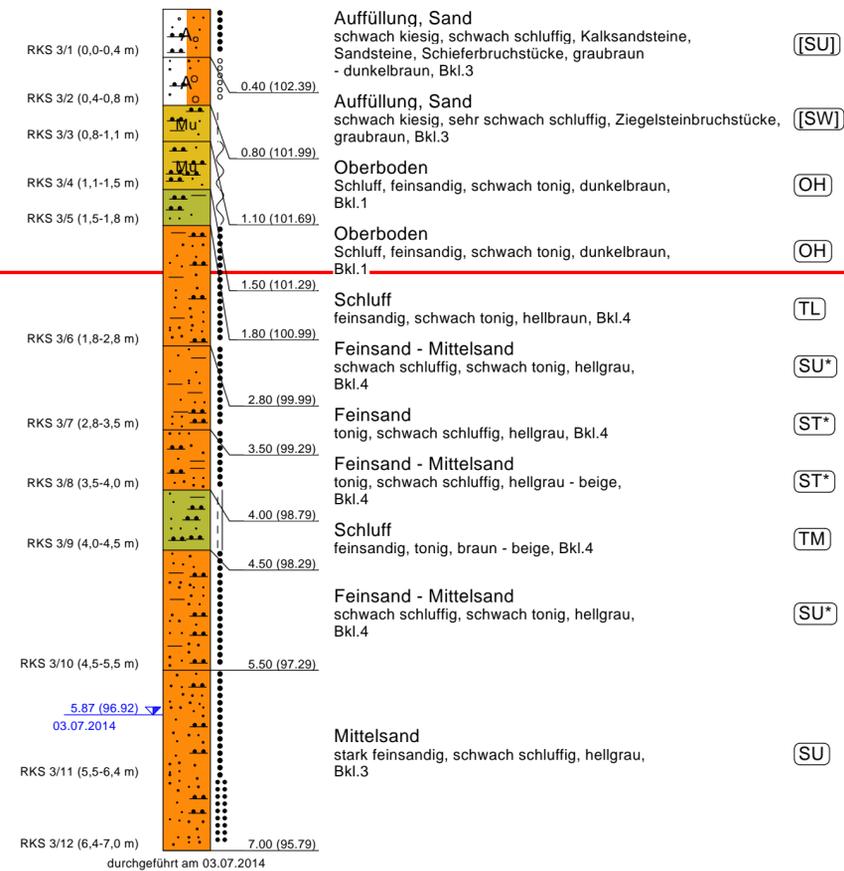
Legende

-  Rammkernsondierung (RKS)
-  schwere Rammsondierung (DPH)
-  Brunnen (BR)
-  Höhenbezugspunkt (HP)
HP = OK Kanaldeckel (102,19 mNN)

		Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung	
Auftraggeber:	Römerhaus Bauträger GmbH Hofstückstraße 26 D-67105 Schifferstadt					
		bearbeitet:			Datum	Name
		gezeichnet:				
Planer:	 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98					
		bearbeitet:	03.07.2014	WA	Datum	Name
		gezeichnet:	08.07.2014	AH		
Projekt:	Geotechnisches Gutachten Neubau Seniorenheim und Wohnanlage "Alte Gärtnerei" in Dirmstein Lageplan der Aufschlusspunkte	geprüft:	25.07.2014	FU		
Leistungsphase:	Geotechnische Erkundung	Maßstab:	1 : 500	Projekt-Nr.:	140626	
				Anlage-Nr.:	1.2	

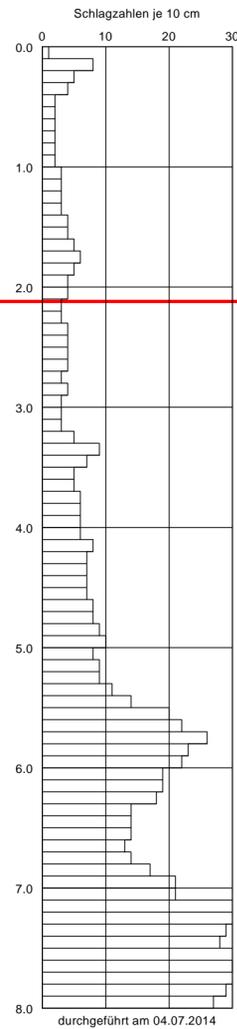
RKS 3

102,79 mNN



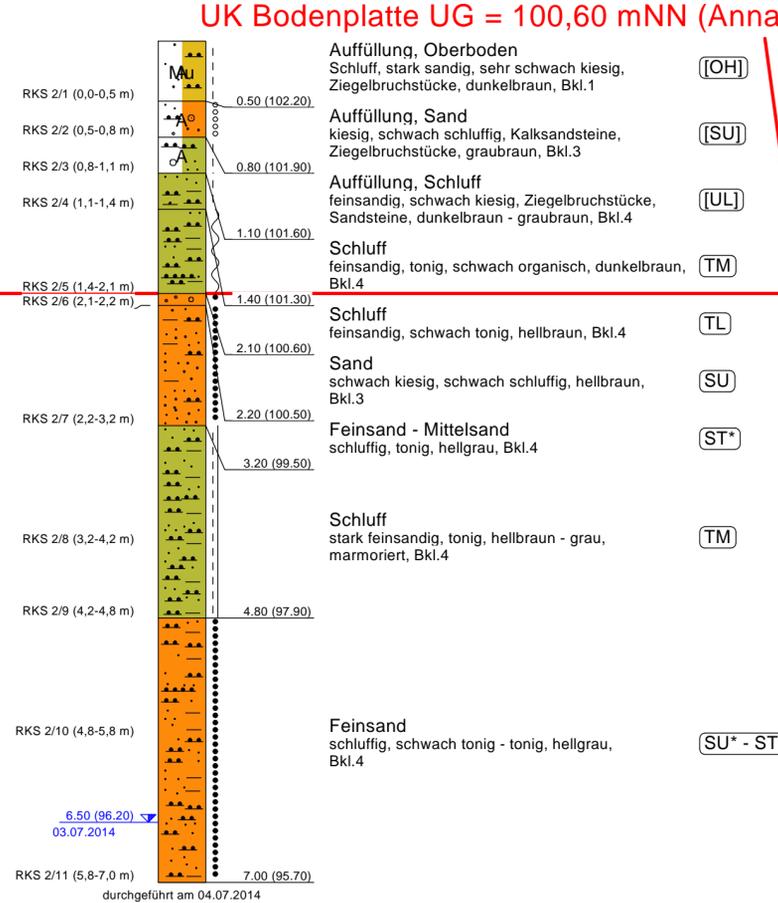
DPH 2

102,72 mNN



RKS 2

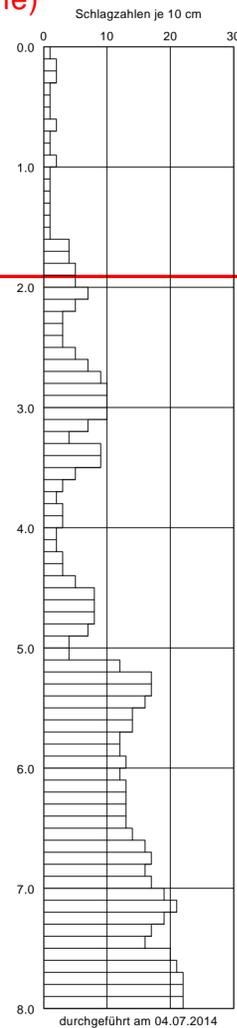
102,70 mNN



UK Bodenplatte UG = 100,60 mNN (Annahme)

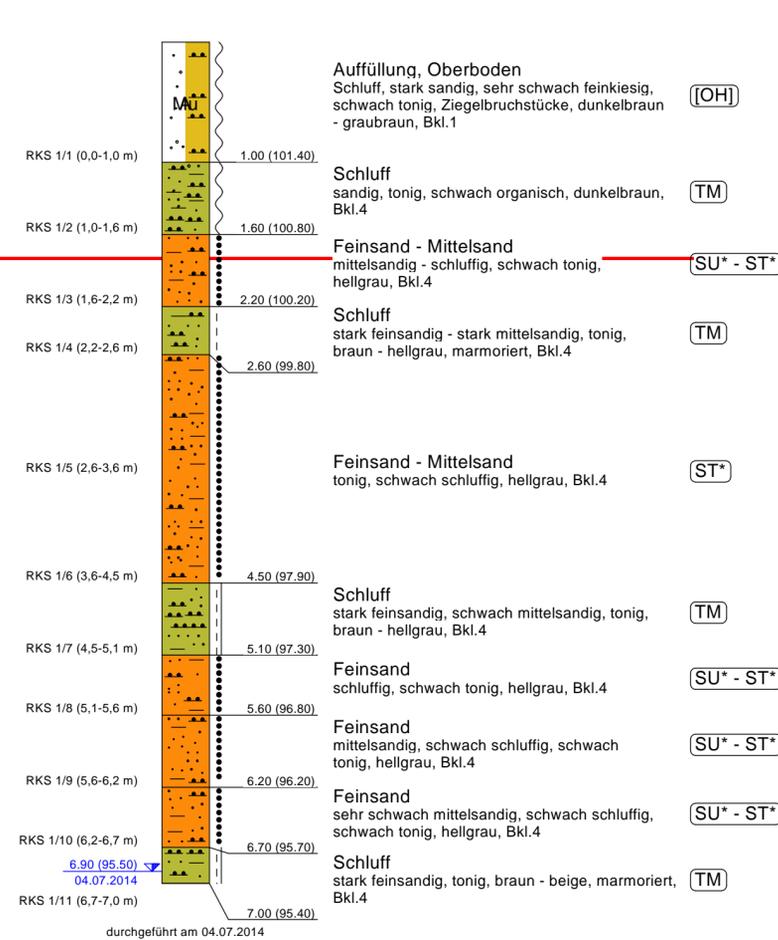
DPH 1

102,51 mNN

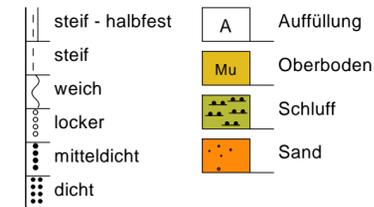


RKS 1

102,40 mNN



Legende

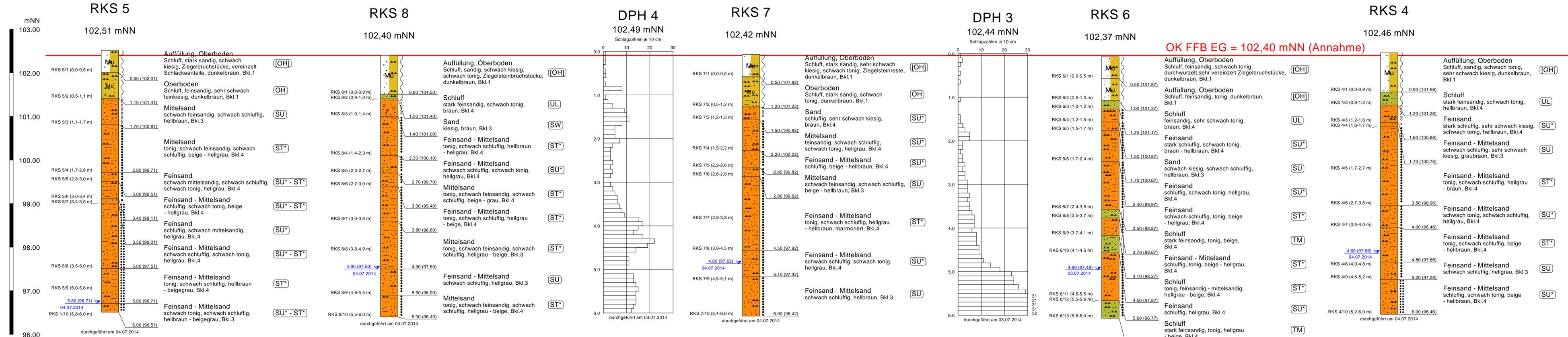


Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung	Datum	Name
Auftraggeber:		Römerhaus Bauträger GmbH Hofstückstraße 26 D-67105 Schifferstadt				
Planer:		Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98				
Projekt:		Geotechnisches Gutachten Neubau Seniorenheim und Wohnanlage "Alte Gärtnerei" in Drimstein Geotechnischer Profilschnitt Wohnanlage RKS 3 - DPH 2 - RKS 2 - DPH 1 - RKS 1				
Leistungsphase:		Maßstab:		Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:	
Geotechnische Erkundung		1 : 40		140626	2.1	

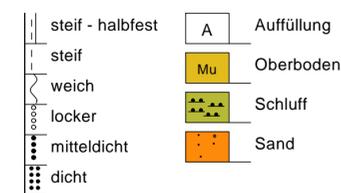
Flügel B

Mittelflügel

Flügel A



Legende



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung	Datum	Name
Auftraggeber:				Römerhaus Bauträger GmbH		
Dorfstraße 26				D-67105 Schifferstadt		
Planer:				Rubel & Partner		
Management für Umwelt und Technologie				Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt		
Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98						
Projekt: Geotechnischer Bericht						
Neubau Seniorenheim und Wohnanlage "Alte Gärtnerei" in Drimstein						
Geotechnischer Profilschnitt Seniorenheim						
RKS 5 - RKS 8 - DPH 4 - RKS 7 - DPH 3 - RKS 6 - RKS 4						
Leistungsphase: Geotechnische Erkundung		Maßstab: 1 : 40		Projekt-Nr.: 140626		Anlage-Nr.: 2.2

Wassergehalt nach DIN 18 121

**Neubau Senioren-Residenz Dirmstein
 "Alte Gärtnerei"**

Bearbeiter: WO

Datum: 09.07.2014

Prüfungsnummer: 14-759,-760

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 03.07.2014

Probenbezeichnung:	RKS 1/2	RKS 2/7
Entnahmetiefe [m]:	1,00 - 1,60 m	2,20 - 3,20 m
Bodenart:	U, s, t, o'	S, u, t
Feuchte Probe + Behälter [g]:	631.60	808.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	541.00	753.90
Behälter [g]:	212.60	291.90
Porenwasser [g]:	90.60	54.70
Trockene Probe [g]:	328.40	462.00
Wassergehalt [%]	27.59	11.84

Rubel & Partner
 Management für Umwelt und Technologie
 Hermannstraße 65, D-55286 Würstadt
 Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98

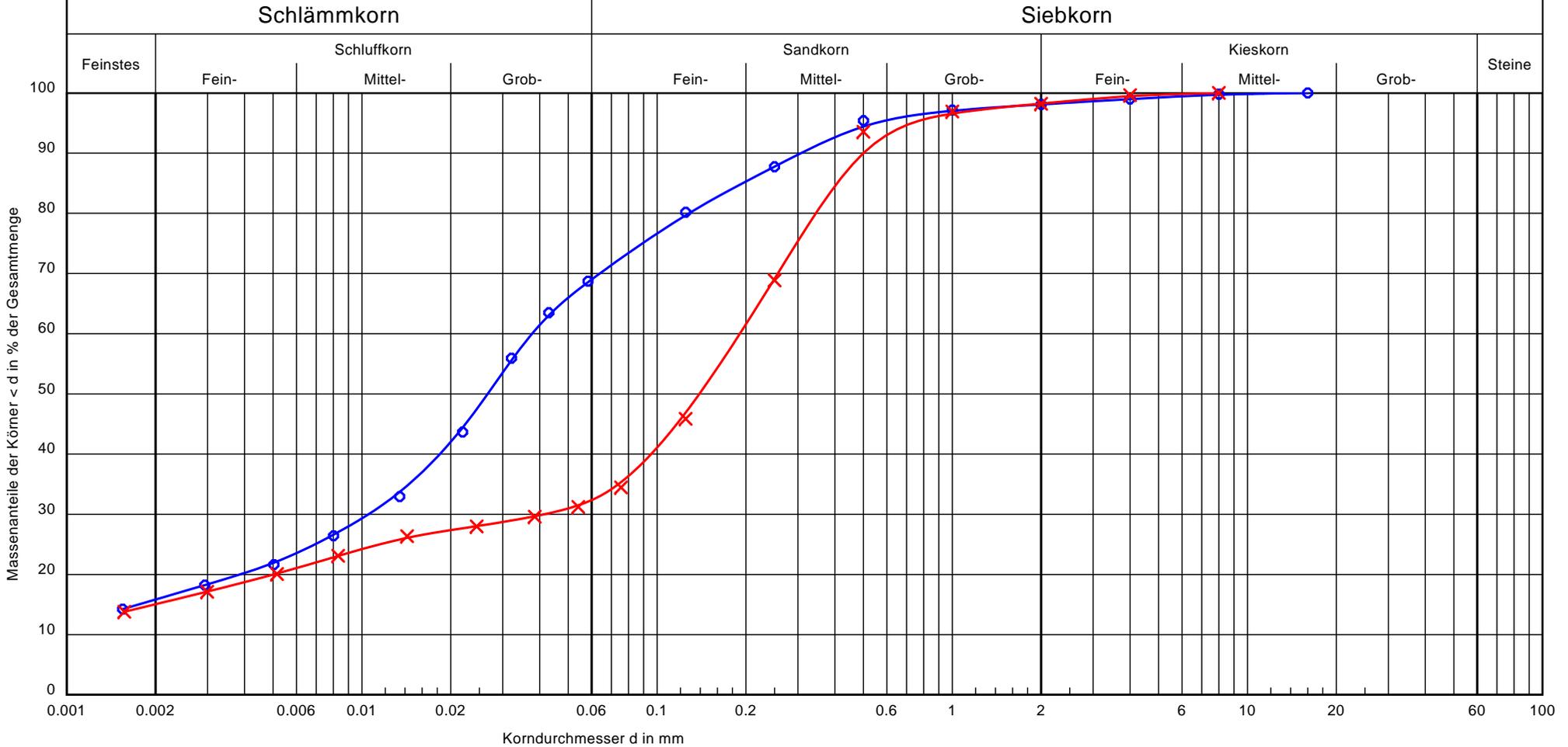
Bearbeiter: WO

Datum: 09.07.2014

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Neubau Senioren-Residenz Dirmstein "Alte Gärtnerei"

Prüfungsnummer: 14-759,-760
 Probe entnommen am: 03.07.2014
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 1/2	RKS 2/7	Bemerkungen:	Bericht: 140626 Anlage 3.2
Entnahmetiefe:	1,00 - 1,60 m	2,20 - 3,20 m		
Bodenart:	U, s, t, o'	S, u, t		
T/U/S/G [%]:	15.8/53.9/28.3/1.9	15.1/17.8/65.4/1.8		
Bodengruppe:	TM	ST*		
Signatur:	○—○	×—×		
k-Wert (nach Mallet/Paquant) [m/s]	1.0 * 10 ⁻⁸	1.9 * 10 ⁻⁸		

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 0 67 32 / 93 29 80, Fax: 0 67 32 / 96 10 98

Bericht: 140626
Anlage: 3.3

Glühverlust nach DIN 18 128

Neubau Senioren-Residenz Dirmstein
"Alte Gärtnerei"

Bearbeiter: WO

Datum: 09.07.2014

Prüfungsnummer: 14-759
Entnahmestelle: RKS 1/2
Tiefe: 1,00 - 1,60 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, s, t, o'
Probe entnommen am: 03.07.2014

Probenbezeichnung:	RKS 1/2 (Versuch 1)	RKS 1/2 (Versuch 2)
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	35.89	64.15
Gegelühte Probe + Behälter [g]:	35.40	63.68
Behälter [g]:	18.75	49.36
Massenverlust [g]:	0.49	0.47
Trockenmasse vor Glühen [g]:	17.14	14.79
Glühverlust [%]	2.86	3.18
Mittelwert [%]	3.02	

EUROFINS Umwelt Ost GmbH · Niederlassung Freiberg
OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern" · D-09633 Halsbrücke

Rubel & Partner
Herr Funke
Hermannstraße 65

55286 Wörrstadt



Titel: Prüfbericht zu Auftrag 11408884
Prüfberichtsnummer: Nr. 1015095002

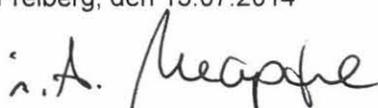
Projektnummer: Nr. 1015095
Projektbezeichnung: 140626 Neubau Senioren-Residenz Dirmstein Alte Gärtnerei
Probenumfang: 1 Probe
Probenart: Boden
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingang: 08.07.2014
Prüfzeitraum: 08.07.2014 - 14.07.2014

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Freiberg, den 15.07.2014



Dipl.-Chem. A. Ulbricht
Laborleiter



Projekt: 140626 Neubau Senioren-Residenz Dirmstein Alte Gärtnerei

Untersuchung nach Tab. 4.1 und 4.2 BBodSchV				Probenbezeichnung	MP: Oberboden
				Labornummer	114046661
Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte	Methode	

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Aussehen	ohne			DIN EN ISO 14688-1	sark schluffiger Ton
Geruch	ohne			DIN EN ISO 14688-1	leicht erdig
Anteil miner. Fremdstoffe	Vol.-%			analog DIN ISO 11464	< 0,1
Anteil Steine	Ma.-%			analog DIN ISO 11464	< 0,1
Anteil Steine und Kiese	Ma.-%			analog DIN ISO 11464	3,1
Trockenmasse	Ma.-%	0,1		DIN EN 14346	83,9
Anteil > 2mm	% TS	0,1		DIN ISO 11464	3,1
Anteil < 2mm	% TS	0,1		DIN ISO 11464	96,9

Bestimmung physikalisch-chemischer Eigenschaften zur Beurteilung der Vorsorgewerte aus der Fraktion < 2 mm

pH-Wert (CaCl ₂)	ohne			DIN ISO 10390	7,6
Humus	Ma.-%	0,2		DIN ISO 10694 (berechnet)	2,2

Tabelle 4.1 Vorsorgewerte für Metalle im KWA nach DIN ISO 11466 - Bestimmung aus der Fraktion < 2 mm

			Ton	Lehm / Schluff	Sand		
Cadmium	mg/kg TS	0,2	1,5	1	0,4	DIN EN ISO 17294-2	< 0,2
Blei	mg/kg TS	2	100	70	40	DIN EN ISO 17294-2	21
Chrom	mg/kg TS	1	100	60	30	DIN EN ISO 17294-2	23
Kupfer	mg/kg TS	1	60	40	20	DIN EN ISO 17294-2	38
Quecksilber	mg/kg TS	0,07	1	0,5	0,1	DIN EN ISO 16772/DIN EN 1483	0,09
Nickel	mg/kg TS	1	70	50	15	DIN EN ISO 17294-2	20
Zink	mg/kg TS	1	200	150	60	DIN EN ISO 17294-2	88

Projekt: 140626 Neubau Senioren-Residenz Dirmstein Alte Gärtnerei

Untersuchung nach Tab. 4.1 und 4.2 BBodSchV

Probenbezeichnung	MP: Oberboden
Labornummer	114046661
Methode	

Parameter	Einheit	BG	Grenzwerte		Methode	
-----------	---------	----	------------	--	---------	--

Tabelle 4.2 Vorsorgewerte für organische Stoffe - Bestimmung aus der Fraktion < 2 mm

			Humus >8%	Humus <8%		
Naphthalin	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Fluoren	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Phenanthren	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Anthracen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Fluoranthen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	0,08
Pyren	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Chrysen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,05	1	0,3	DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,05			DIN ISO 18287 / HB Altfl. LfU HE Bd.7, T.1	< 0,05
Summe PAK (EPA)	mg/kg TS		10	3	berechnet	0,08
PCB 28	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
PCB 52	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
PCB 101	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
PCB 138	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
PCB 153	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
PCB 180	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
Summe 6 PCB	mg/kg TS		0,1	0,05	berechnet	(n. b.*)
PCB 118	mg/kg TS	0,01			DIN ISO 10382 / DIN 38414-S20	< 0,01
Summe 7 PCB	mg/kg TS				berechnet	(n. b.*)

Weitere Parameter

TOC	Ma.-% TS	0,1				DIN ISO 10694	1,3
-----	----------	-----	--	--	--	---------------	-----

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

EUROFINS UMWELT übernimmt für die Rechtsverbindlichkeit der zitierten Grenzwerte keine Gewähr.

ULAB-GmbH · Hinter dem Turm 6 · 55286 Wörrstadt

Ingenieurbüro
Rubel & Partner
Hermannstraße 65

55268 Wörrstadt

Untersuchung, Begutachtung, Prüfung u. Beratung
als staatlich anerkannte Untersuchungsstelle
auf dem Gebiet der
Abwasser-, Grundwasser-, Altlasten- und
Schadstoffanalytik

Ihr Zeichen
140626

Unser Zeichen
GW-14/RH

Datum
10.07.2014

Prüfbericht-Nummer: R 339

Betr.: Untersuchung einer Wasserprobe

Projekt: Dirmstein

Probenan-
lieferung: Ingenieurbüro Rubel & Partner

Probeneingang: 04.07.2014

Analysenbeginn: 04.07.2014

Analysenende: 10.07.2014

Analysenumfang: Untersuchung einer Wasserprobe nach DIN 4030 Teil 2, Stand 1991 Aussehen, Geruch (unveränderte Probe), Geruch (angesäuerte Probe), pH-Wert, Kaliumpermanganatverbrauch, Härte, Härtehydrogencarbonat, Nichtcarbonathärte, Magnesium, Ammonium, Sulfat, Chlorid, Kalklösekapazität und Sulfid.

-2-

Projekt-Nr.: 140626; Prüfbericht-Nummer: R 339; Dirmstein; Untersuchungsbericht vom 10.07.2014

Analysenergebnisse

Probenkennzeichnung		Brunnen
Aussehen		ungetrübt farblos
Geruch (unveränderte Probe) Geruch (angesäuerte Probe)		ohne ohne
pH-Wert		6,8
	Dimension	
Kaliumpermanganatverbrauch	[mg KMnO ₄ /l]	5,5
Härte	[mg CaO/l]	27,9
Härtehydrogencarbonat	[mg CaO/l]	16,4
Nichtcarbonathärte	[mg CaO/l]	11,5
Magnesium	[mg/l]	1,6
Ammonium	[mg/l]	< 0,1
Sulfat	[mg/l]	< 10
Chlorid	[mg/l]	1,8
Kalklösekapazität	[mg CO ₂ /l]	2,9
Sulfid	[mg/l]	< 0,1

Beurteilung:

Auf der Basis der untersuchten Parameter gilt die Wasserprobe nach DIN 4030 als nicht Beton angreifend.

ULAB-Labor für Umwelt-Analytik GmbH
Dipl.-Lab.-Chem. E. Bruins

