



STADT VAIHINGEN ENZ

Altablagerung Schinderrain

Baugrunderkundung und abfalltechnische Untersuchungen

Ergebnisbericht

Stand: 29. 11. 2011

Projekt-Nr. 01415

Fertigung von

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
TABELLENVERZEICHNIS.....	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
ANLAGENVERZEICHNIS	4
1 VERANLASSUNG	5
2 VERWENDETE UNTERLAGEN.....	5
3 LAGE DES BAUVORHABENS.....	6
4 PLANUNGEN AUF DER ABLAGERUNGSFLÄCHE	8
5 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	9
6 ERGEBNISSE – RAMMKERNSONDIERBOHRUNGEN UND KERNBOHRUNG.....	9
6.1 Leitungssituation (Bestand)	9
6.2 Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen und der Kernbohrung (Bereich - bestehende südliche Baracken und südlich angrenzender Sportplatz)	10
6.3 Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen und der Kernbohrung (Bereich – geplantes Kulturzentrum).....	12
7 ERGEBNISSE GASMESSUNGEN IN DEN RAMMKERNSONDIERBOHRUNGEN (GESAMTBEREICH).....	14
8 ERGEBNISSE GASABSAUGVERSUCHE	15
9 SPURENGASUNTERSUCHUNGEN.....	16
10 ERGEBNISSE PROBENNAHME UND BODENMECHANISCHE UNTERSUCHUNGEN	17
10.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	18
10.2 Bodenklassifikation gem. DIN 18 196	18
10.3 Einstufung in Boden und Felsklassen DIN 18 300	19
10.4 Einstufung der Böden gem. ihrer Frostempfindlichkeit.....	19

10.5 Erdbebenzone	19
10.6 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	20
11 GRUNDWASSER- /SCHICHTWASSERVERHÄLTNISSE	21
12 ERGEBNISSE PROBENNAHMEN UND ABFALLTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN	21
13 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG.....	24
13.1.1 Bewertungsgrundlage.....	24
13.1.2 Bewertung Auffüllungen und anstehender natürlicher Boden.....	24
14 BAUGRUNDBEURTEILUNG / BAUGRUNDEMPFEHLUNGEN.....	26
14.1 Setzungsberechnungen - Bereich geplantes Kulturzentrum	26
14.2 Setzungsberechnungen - Bereich südliche Baracken und Sportplatz	28
14.3 Einfluss der Baumaßnahmen (Grundwassersituation) auf die angrenzenden Gebäude.....	30
14.4 Wiederverfüllung von Baugruben.....	30
15 WEITERE EMPFEHLUNGEN UND SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	30
ANHANG.....	32

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Einmessdaten Rammkernsondierbohrungen und Rammsondierungen – Bereich Stadt	11
Tab. 2: Einmessdaten Rammkernsondierbohrungen, Kernbohrung und Rammsondierungen – Bereich geplantes Kulturzentrum.....	13
Tab. 3: Deponiegasgehalte – RKS 1 – RKS 11	14
Tab. 4: Zeitliche Deponiegasentwicklung beim Gasabsaugversuch RKS 4	15
Tab. 5: Zeitliche Deponiegasentwicklung beim Gasabsaugversuch KB 1.....	16
Tab. 6: Proben für bodenmechanische Laboruntersuchungen	17
Tab. 7: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen – Konsistenzgrenzen	18
Tab. 8: Einstufung der angetroffenen Böden nach DIN 18 300	19
Tab. 9: Einstufung der Böden hinsichtlich Frostempfindlichkeit	19
Tab. 10: Bodenmechanische Kennwerte/Rechenwerte	20
Tab. 11: Proben für abfalltechnische Laboruntersuchungen	21

Tab. 12:	Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen Mischproben AA-Schinderrain, Probenreihe 23.08.2011 – Untersuchungen Feststoffproben PAK, LHKW und BTEX-Aromaten.....	22
Tab. 13:	Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen Mischproben AA-Schinderrain, Probenreihe 23.08.2011 - Untersuchungen Feststoff- und Eluatproben MKW, Schwermetalle und weitere Parameter.....	23
Tab. 14:	Tabelle mit der Zuordnung der untersuchten Bodenproben gem. VwV-Boden und DepV.....	24
Tab. 15:	Fußzeile Tabelle 2, Anhang 3 – DepV. 2009.....	25
Tab. 16:	Ergebnisse der Setzungsberechnungen - Bereich Kulturzentrum.....	27
Tab. 17:	Ergebnisse der Setzungsberechnungen - Bereich südliche Baracken und Sportplatz.....	29

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	AA Schinderrain (Luftbild - Übersicht)	6
Abb. 2:	AA Schinderrain (Luftbild – Detailbild), Abgrenzung aus DU	7
Abb. 3:	Ansatzpunkte der Rammkern- und Rammsondierungen RKS/RS 1 – RKS/RS 5 - Bereich - südliche Baracken und dem südlich angrenzenden Sportplatz.....	10
Abb. 4:	Ansatzpunkte der Rammkern-, Rammsondierungen RKS/RS 6 – RKS/RS 11 und der Kernbohrung – Bereich Gemeindezentrum	12

ANLAGENVERZEICHNIS

1	Lage der Bohrpunkte auf der Altablagerung Schinderrain	M.: 1 : 1.000
2.1-2.11	Bohrprofile RKS 1 – RKS 11 mit Ergebnissen der Rammsondierungen	M.: 1 : 50
3	Bohrprofil Kernbohrung B 1 mit Ausbau Gasmesspegel	M.: 1 : 100
4.1-4.2	Graphische Darstellung der Änderungen der Deponiegasgehalte bei den Gasabsaugversuchen RKS 4 und KB 1	ohne
5	Labordatenblätter – Spurengasanalysen der Proben der Gasabsaugversuche	ohne
6	Labordatenblätter - bodenmechanische Untersuchungen	ohne
7	Labordatenblätter – abfalltechnische Untersuchungen	ohne
8	Leitungserhebungen	ohne
9.1 - 9.8	Graphische Darstellungen der Setzungsberechnungen	ohne

1 VERANLASSUNG

Die DITIB Türkische Gemeinde e.V. Vaihingen an der Enz plant im Bereich des bestehenden Gemeindezentrums in der Hauffstr. 14, den Umbau des Gemeindezentrums zu einem Kulturzentrum, bzw. den Neubau eines Kulturzentrums. Das Gemeindezentrum befindet sich auf dem nördlichen Abschnitt der Altablagerung Schinderrain der Stadt Vaihingen an der Enz. Zur weitergehenden Planung des Kulturzentrums sind Kenntnisse zum Baugrund und zu Schadstoffgehalten des anfallenden Aushubs zu erkunden. Auf Wunsch der Stadt Vaihingen an der Enz, sollen in diesem Zusammenhang auch Messungen zur aktuellen Deponiegassituation durchgeführt werden sowie Aussagen zu baugrundtechnischen Fragstellungen für den mittleren Bereich (Baracken und Sportplatz) der Altablagerung Schinderrain erfolgen.

Der Stadt Vaihingen an der Enz – Tiefbauamt beauftragte unser Büro, Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH, mit dem Schreiben vom 16.06.2011 mit der Durchführung der oben beschriebenen Untersuchungen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind Gegenstand des nachfolgenden Berichtes.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

Ergänzend zu den allgemein anerkannten fachlichen Grundlagen und den in den nachfolgenden Kapiteln zitierten Vorschriften, Kartenpublikationen und Unterlagen wurden für die Erstellung dieses Berichtes verwendet:

- Lageplan/Luftbild mit der Lage und des Umfeldes der Altablagerung Schinderrain
- Digitale Kartengrundlage von der Stadt für die planmäßigen Darstellungen der Ergebnisse
- Aktuelle Planauskünfte hinsichtlich Bestandsleitungen der Dt. Telekom, EnBW, und Planunterlagen der Stadt Vaihingen zu Wasser- und Abwasserleitungen
- GK 25, Blatt 7019 Vaihingen an der Enz
- Baden-Württemberg, Top 25, Version 2

3 LAGE DES BAUVORHABENS

Die Altablagerung „Schinderrain“ befindet sich am nordwestlichen Stadtrand von Vaihingen, zwischen der ehemaligen Bahnlinie Kleinglattbach - Enzweihingen und dem nördlichen Gewerbegebiet (s. Abb. 1).

In der folgenden Abbildung 1 ist die Lage der AA Schinderrain in Vaihingen an der Enz zu ersehen.

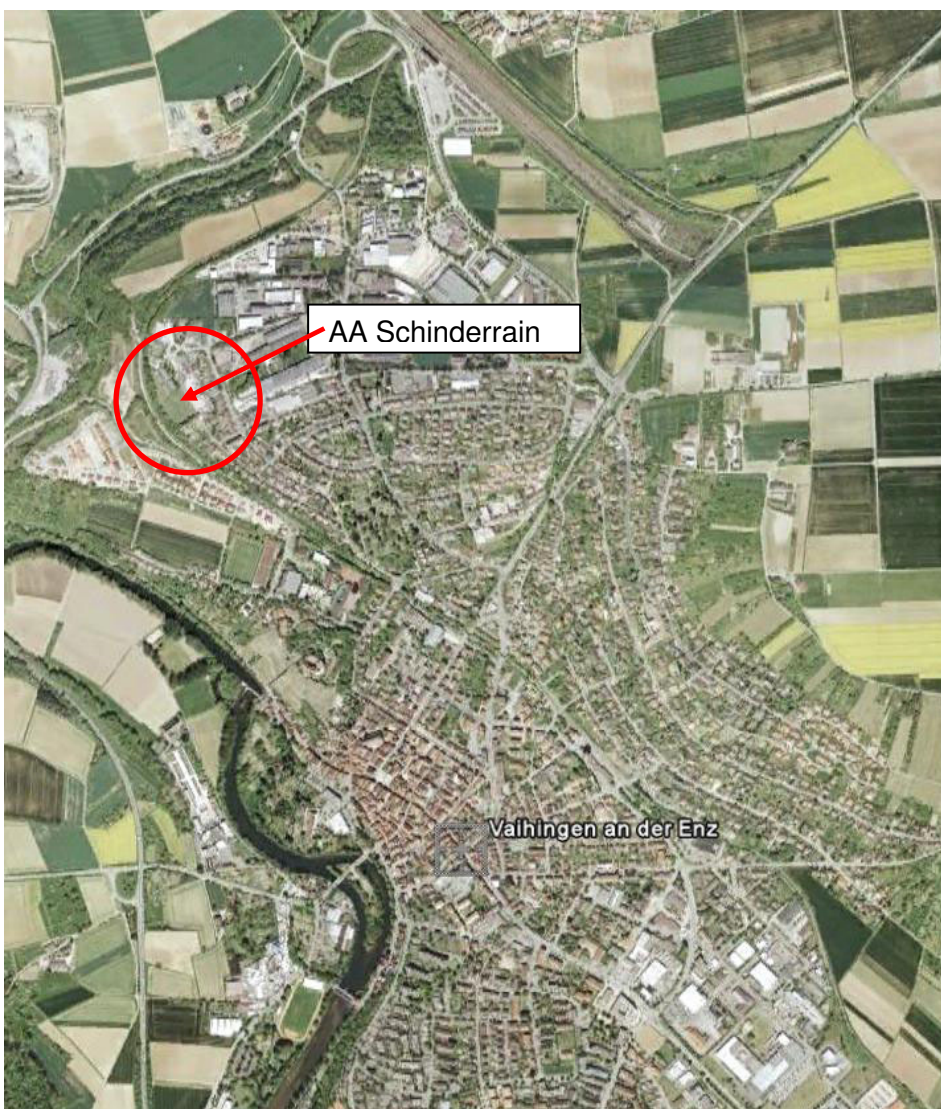


Abb. 1: AA Schinderrain (Luftbild - Übersicht)

Als Abbildung 2 ist ein Detailluftbild mit der Umgrenzung der Altablagerung (aus der Detailuntersuchungen 2007) beigefügt, auf dem die jeweiligen Untersuchungsbereiche ersichtlich sind. Auf dem Nordteil der Fläche befindet sich das Vereinsheim der DITIB – Türkische Gemeinde und südsüd-östlich davon insgesamt 4 Wohnbaracken der Stadt Vaihingen. Der Mittelteil der Altablagerungsfläche ist als Grünlandfläche ausgebildet und wird als Fußball- /Bolzplatz genutzt. Auf dem Südteil sind Kleingartenanlagen und Wohngebäude vorhanden.

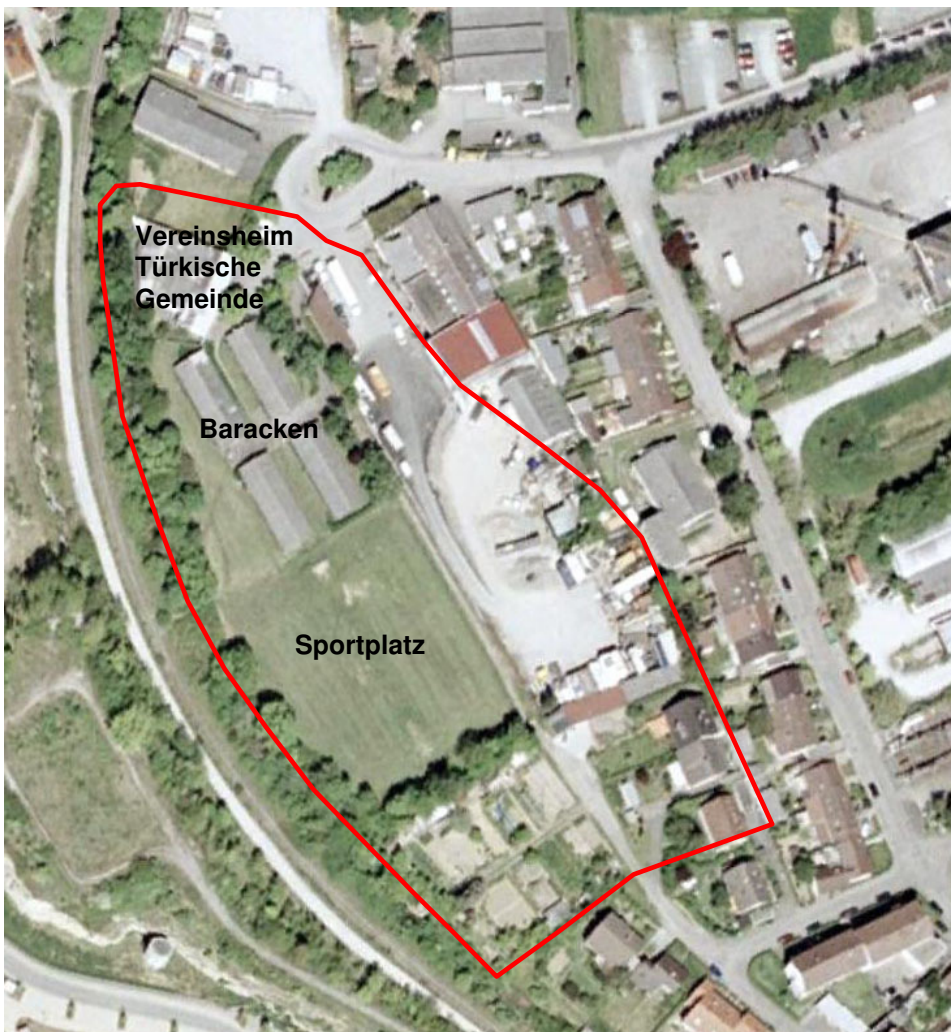


Abb. 2: AA Schinderrain (Luftbild – Detailbild), Abgrenzung aus DU

Bei der Altablagerung Schinderrain handelt es sich um einen ehemaligen Muschelkalksteinbruch, der in den Jahren 1950 – 1975 durch die Stadt Vaihingen a. d. Enz mit Haus- und Gewerbemüll, Bauschutt und Erdaushub verfüllt wurde.

Im Zeitraum von 1990 bis 1999 erfolgte die Orientierende Untersuchung (OU) der kommunalen Altablagerung, von 2004 – 2007 die Detailuntersuchung (DU).

Die wesentlichen Ergebnisse der Detailuntersuchungen von 2007 lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Bewertung der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen der Altablagerung ergab, dass keine weiteren Erkundungs- oder Sanierungsmaßnahmen der Altablagerung Schinderrain notwendig sind. Eventuelle Aushubmaßnahmen müssen auf Grund der Deponiegasgehalte mit entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen durchgeführt werden. Bei Baumaßnahmen anfallender Aushub ist verunreinigt und muss nach vorheriger Untersuchung entsorgt werden. Es wurde vorgeschlagen, die Altablagerung Schinderrain auf Beweinsniveau 3 mit Handlungsbedarf „Belassen (Entsorgungsrelevanz)“ zu bewerten.

4 PLANUNGEN AUF DER ABLAGERUNGSFLÄCHE

Der Türkische Verein e. V. – Vaihingen Enz, plant den Umbau/ Neubau eines Kulturzentrums im Bereich des bestehenden Vereinsheimes im nördlichen Bereich der Altablagerung. Für die weitergehenden Planungen des Kulturzentrums sollen durch Untersuchungen Fragen bezüglich baugrundtechnischer Belange geklärt werden, und die abfalltechnische Untergrundsituation (Schadstoffgehalte der Auffüllung und die aktuelle Deponiegassituation) geprüft werden.

Auf Wunsch der Stadt Vaihingen an der Enz, sollen in diesem Zusammenhang auch die aktuelle Deponiegassituation sowie auch Aussagen zu baugrundtechnischen Fragstellungen für den mittleren Bereich (Baracken und Sportplatz) erfolgen.

5 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden 11 Sondierbohrungen (Durchmesser 60 mm), 11 Rammsondierungen sowie eine Kernbohrung auf der AA Schinderrain durchgeführt. Aus dem Bohrgut wurden Bodenproben für bodenmechanische – und abfalltechnische Untersuchungen entnommen, in den Löchern der Sondierbohrungen erfolgten Messungen der Deponiegasgehalte. Mit der Kernbohrung (DN 100) wurde zum einen die Tiefenlage der Steinbruchsohle ermittelt, zum Anderen erfolgten auch hier Probennahmen des Bohrgutes für bodenmechanische – und abfalltechnische Untersuchungen. Zwei Bohrungen wurden zu Deponiegasmesspegeln ausgebaut. In diesen Messstellen wurden anschließend jeweils mehrstündige Gasabsaugversuche durchgeführt.

6 ERGEBNISSE – RAMMKERNSONDIERBOHRUNGEN UND KERNBOHRUNG

Auf Grund der zwei Fragestellungen (Türkischer Verein e. V. – Planung Bau eines Kulturzentrums im nördlichen Bereich; Stadt Vaihingen Enz – allgemeine Informationen zur Deponiegasproblematik und allgemeine Informationen zum Baugrund im mittleren Bereich), werden diese beiden Fragestellungen im Folgenden getrennt betrachtet. Als Anlage 1 liegt ein Lageplan bei, auf dem die gesamte Ablagerungsfläche dargestellt ist und alle Ansatzpunkte der durchgeführten Untersuchungen eingetragen sind.

6.1 Leitungssituation (Bestand)

Im Vorfeld der Untersuchungen wurden bei einem Termin mit dem Auftraggeber die geplanten Ansatzpunkte besprochen. Vom AG wurde ein Lageplan im DXF-Format des Untersuchungsgebietes der Altablagerung für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt. In diesem Plan sind Wasserleitungen und Abwasserkanäle im Umfeld dargestellt. Der weitere Verlauf dieser Leitungen im Untersuchungsbereich konnte vor Ort durch Schächte und Leitungsschieber etc. nachvollzogen werden. Hinsichtlich weiterer Leitungen erfolgten Erhebungen bei der Telekom und der EnBW. Die Unterlagen der Leitungserhebungen liegen als Anlage 8 bei. Bei der Festlegung der Bohrpunkte erfolgte vor Bohrbeginn zusätzlich die Ortung der in den Plänen eingetragenen Leitungen mittels eines Leitungssuchgerätes.

6.2 Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen und der Kernbohrung (Bereich - bestehende südliche Baracken und südlich angrenzender Sportplatz)

Im Bereich der für die Fragestellung der Stadt Vaihingen zu betrachtende Bereich umfasst die beiden südlichen Baracken und den südlich angrenzenden Sportplatz. Hier wurden 5 Rammkernsondierbohrungen und 5 Rammsondierungen bis jeweils 6 m Tiefe durchgeführt. Die Ansatzpunkte der Rammkern- und der Rammsondierungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

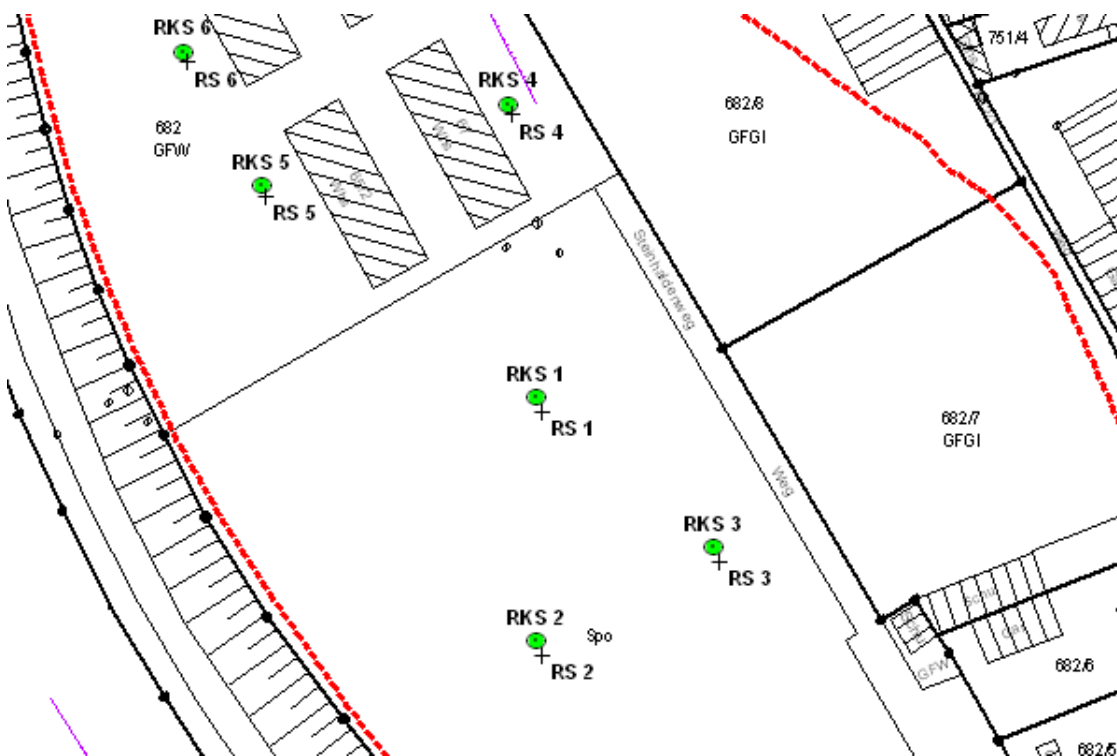


Abb. 3: Ansatzpunkte der Rammkern- und Rammsondierungen RKS/RS 1 – RKS/RS 5 - Bereich - südliche Baracken und südlich angrenzender Sportplatz

In der folgenden Tabelle 1 sind die Einmessdaten der Rammkernsondierbohrungen RSK 1 – RKS 5 und der Rammsondierungen RS 1 – RS 5 im Bereich der für die Stadt Vaihingen durchgeführten Untersuchungen zusammengestellt.

Die Sondierprofile mit den Schlagzahlen der Rammsondierungen liegen als Anlagen 2.1 bis Anlage 2.5 bei.

Name	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NN]	Sondiertiefe [m]
RKS 1	3496444,35	5422510,60	254,18	6
RKS 2	3496444,36	5422476,14	254,53	6
RKS 3	3496469,47	5422489,37	254,83	6
RKS 4	3496440,49	5422552,03	254,74	6
RKS 5	3496405,61	5422540,56	255,72	6

Name	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NN]	Sondiertiefe [m]
RS 1	3496445,35	5422508,60	254,18	6
RS 2	3496445,36	5422474,14	254,53	6
RS 3	3496470,47	5422487,37	254,83	6
RS 4	3496440,89	5422550,53	254,74	6
RS 5	3496406,01	5422539,06	255,72	6

Tab. 1: Einmessdaten Rammkernsondierbohrungen und Rammsondierungen – Bereich Stadt

Unter einer geringmächtigen Überdeckung mit Oberboden, die im Mittel zwischen ca. 0,2 – 0,5 m schwankt, und in der RKS 3 ca. 1,4 m mächtig ist, wurden bis max. ca. 1,5 m Hausmüll freie Auffüllungen angetroffen, die Steine und sandige Anteile aufweisen. Bis zur Endtiefe der durchgeführten Sondierbohrungen von 6 m treten sehr inhomogene Abfolgen von Schluff und Sand mit Kies- und Steinanteilen auf, in denen auch Holz, Papier, Styropor und Ziegelbruch angetroffen wurde. Die Farbpalette dieser müllhaltigen Abfolgen reicht von oliv über braun und grau bis schwarzgrau. In der RKS 4 wurde ab ca. 5 m Tiefe Schichtwasser angetroffen. Schichtwasser war in den RKS 1 – RKS 5 nicht feststellbar.

6.3 Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen und der Kernbohrung (Bereich – geplantes Kulturzentrum)

Im Bereich des geplanten Kulturzentrums wurden 6 Rammkernsondierbohrungen (RKS 6 – RKS 11) und 6 Rammsondierungen (RS 6 – RS 11) bis jeweils 6 m Tiefe sowie eine Kernbohrung bis auf Sohle (Festgestein des Oberen Muschelkalk – mo2) bis in 24,6 m Tiefe durchgeführt. Die Ansatzpunkte der Rammkern-, der Rammsondierungen und der Kernbohrung sind in der folgenden Abbildung 4 sowie in der Anlage 1 dargestellt.

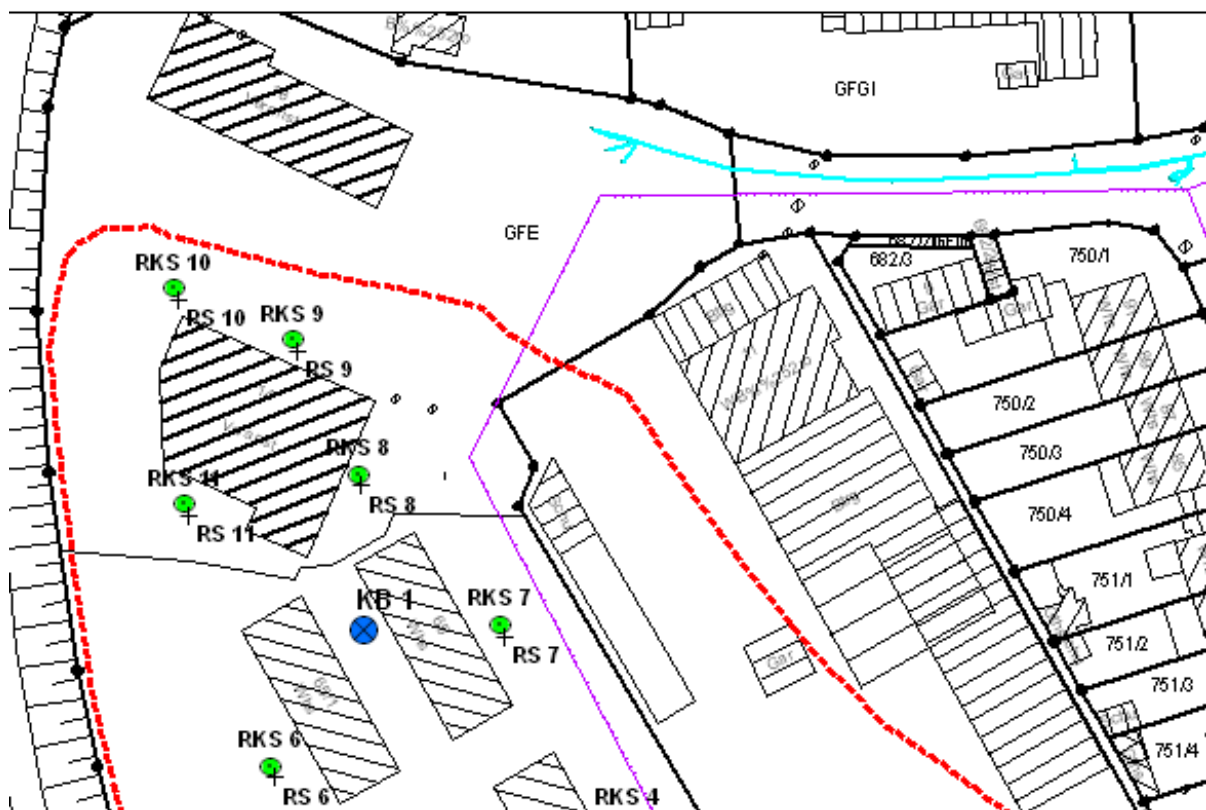


Abb. 4: Ansatzpunkte der Rammkern-, Rammsondierungen RKS/RS 6 – RKS/RS 11 und der Kernbohrung – Bereich Gemeindezentrum

In der folgenden Tabelle 2 sind die Einmessdaten der Rammkernsondierbohrungen RKS 6 – RKS 11 und der Rammsondierungen RS 6 – RS 11 sowie der Kernbohrung KB 1 im Bereich des geplanten Kulturzentrums zusammengestellt.

Die Sondierprofile mit den Schlagzahlen der Rammsondierungen liegen als Anlagen 2.6 bis Anlage 2.11 bei. Das Bohrprofil der Kernbohrung KB 1 mit dem Ausbau zum Gasmesspegel liegt als Anlage 3 bei.

Name	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NN]	Sondiertiefe [m]
RKS 6	3496394,47	5422559,45	255,53	6
RKS 7	3496424,15	5422577,63	255,76	6
RKS 8	3496405,69	5422596,99	258,90	6
RKS 9	3496397,27	5422614,38	253,84	6
RKS 10	3496382,06	5422620,93	254,09	6
RKS 11	3496383,41	5422593,18	255,02	6
KB 1	3496406,29	5422576,84	259,44	26,3

Name	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NN]	Sondiertiefe [m]
RS 6	3496394,87	5422557,95	255,53	6
RS 7	3496424,55	5422576,13	255,76	6
RS 8	3496406,09	5422595,49	258,90	6
RS 9	3496397,77	5422612,88	253,84	6
RS 10	3496382,56	5422619,43	254,09	6
RS 11	3496383,81	5422591,68	255,02	6

Tab. 2: Einmessdaten Rammkernsondierbohrungen, Kernbohrung und Rammsondierungen – Bereich geplantes Kulturzentrum

Für den Altablagerungsbereich in dem die zwei nördlichen Baracken und das Vereinsheim der türkischen Gemeinde stehen, liegen vergleichbare Untergrundverhältnisse wie im südlichen Bereiche vor, wobei dort in den Sondierbohrungen geringere Hausmüllanteile festgestellt worden sind.

Auch in diesem Bereich ist eine geringmächtige Überdeckung mit Oberboden, im Mittel zwischen ca. 0,2 – 0,5 m vorhanden. In der RKS 8 beträgt die Überdeckung ca. 1,0 m. Unterhalb dieser humosen Überdeckungen wurde in den durchgeführten Rammkernsondierbohrungen überwiegend Lehm (Schluff) angetroffen, der wechselnde sandige und tonige Anteilen enthält. Lagenweise wurden auch steinige Bereiche festgestellt.

Inwieweit dies für den gesamten nördlichen Teil der Altablagerung zutrifft, kann nicht mit Sicherheit angegeben werden.

Die Abgrenzung dieser Auffüllungen erfolgte überwiegend nach farblichen und bodenmechanischen Unterscheidungen. Die Farbpalette dieser Abfolgen reicht von grau über grau-braun bis braun. In der RKS 11 wurde ab ca. 5,5 m Tiefe Schichtwasser angetroffen. Ansonsten war Grund- oder Schichtwasser in den RKS 6 – RKS 10 nicht feststellbar.

Der Hintergrund für die Kernbohrung war einerseits die Klärung der Auffüllmächtigkeit und der damit zusammenhängende Tiefenlage der Sohle des ehem. Muschelkalksteinbruchs, und andererseits den Aufbau des Müllkörpers unter bodenmechanischen- und abfalltechnischen Gesichtspunkten zu prüfen.

7 ERGEBNISSE GASMESSUNGEN IN DEN RAMMKERNSONDIERBOHRUNGEN (GESAMTBEREICH)

In der folgenden Tabelle 3 sind die Messungen der Deponiegasgehalte in den Löchern der Rammkernsondierbohrungen dargestellt.

Messstelle	CH ₄ [Vol-%]	CO ₂ [Vol-%]	O ₂ [Vol-%]	Bereich
RKS 1	35,6	10,8	0,2	Stadt
RKS 2	7,1	5,3	10,2	Stadt
RKS 3	16,1	4,5	11,2	Stadt
RKS 4	42,1	7,0	2,6	Stadt
RKS 5	4,9	4,5	14,5	Stadt
RKS 6	16,4	9,7	5,0	Kulturzentrum
RKS 7	21,7	11,2	4,8	Kulturzentrum
RKS 8	0,3	2,7	14,8	Kulturzentrum
RKS 9	33,2	12,2	0,2	Kulturzentrum
RKS 10	0,3	3,0	15,4	Kulturzentrum
RKS 11	0,1	4,5	12,0	Kulturzentrum

Tab. 3: Deponiegasgehalte – RKS 1 – RKS 11

Die Deponiegasgehalte in den Sondierbohrungen RKS 1, RKS 3, RKS 4, RKS 6 und RKS 9 zeigen mit den hohen Methan- und Kohlendioxidgehalten an, dass auch in diesen Teilbereichen der Altablagerung noch aktive Zersetzungsprozesse stattfinden.

Bei den Messungen in der RKS 2, RKS 3, RKS 5, RKS 8, RKS 10 und RKS 11 ist nicht auszuschließen, dass ein atmosphärischer Kontakt mit der Umgebungsluft vorliegt.

8 ERGEBNISSE GASABSAUGVERSUCHE

Anhand der Deponiegasmessungen in den Sondierlöchern (vgl. Kap. 7) wurde die RKS 4 (42 Vol. % Methan) als Gasmesspegel für einen Gasabsaugversuch ausgebaut. Der Ausbau ist in der Anl. 2.4 dargestellt. Als zweite Messstelle für einen Gasabsaugversuch wurde die Kernbohrung KB 1 als Gasmesspegel ausgebaut, da mit dieser Bohrung auch tiefere Bereich der Altablagerung erfasst werden. Der Ausbau des Gasmesspegels in der KB 1 ist in der Anl. 2.12 zu sehen.

In den folgenden Tabellen 4 und 5 sind die Ergebnisse der zeitlichen Entwicklung der Deponiegasentwicklungen bei den Gasabsaugversuchen in Gasmesspegeln KB 1 und RKS 4 aufgeführt.

Die graphischen Darstellungen liegen als Anlagen 4.1 und 4.2 bei.

Datum	Uhrzeit	Bemerkungen	Proben	Methan [Vol %]	Kohlendioxid [Vol %]	Sauerstoff [Vol %]	H ₂ S [ppm]	Δ p [hPa]	Q [m ³ /h]
05.10.2011	11:28	vor GAV							0
	11:29			12,8	7,2	8,2		-5,1	21,98
	11:34			17,4	7,6	6,6		-5,1	21,89
	11:44		1. Probe	24,7	8	5,4	1	-5,2	21,98
	11:59			27,4	8	5,1		-5,2	21,98
	12:14			29,5	8,2	5		-5,1	21,98
	12:29			29,3	8,1	5,2		-5,2	21,98
	12:59			29,3	8	5,4		-5,2	21,98
	13:28		2. Probe	30,1	8,3	5,2	3	-5,1	21,98
	13:29	Ende GAV							0

Tab. 4: Zeitliche Deponiegasentwicklung beim Gasabsaugversuch RKS 4

Wie oben beschrieben, erfasst der Gasmesspegel RKS 4 den oberen Bereich der Altablagerung bis 6 m Tiefe. Bei der Null-Messung vor Beginn des Gasabsaugversuches war kein Methan messbar (s. Tab. 4). D. h., in dieser Tiefe liegt kein Überdruck beim Deponiegas vor. Mit zunehmender Absaugung ist der Methangehalt am Ende des Gasabsaugversuches auf 30 Vol. % angestiegen. Die Messung am Ende des Gasabsaugversuches bestätigen die Messungen im offenen Bohrloch der Sondierung (42 Vol. %) und zeigt, dass Deponiegas aus tieferen Bereichen bis in diese höheren Bereiche vordringt, bzw. dass auch in diesen oberen Bereichen bis 6 m Tiefe noch eine aktive Deponiegasbildung stattfindet.

Datum	Uhrzeit	Bemerkungen	Proben	Methan [Vol %]	Kohlendioxid [Vol %]	Sauerstoff [Vol %]	H ₂ S [ppm]	Δ p [hPa]	Q [m ³ /h]
05.10.2011	09:23	vor GAV		44,9	13,5	0			0
	09:24			43,6	13,8	0		-58,8	20,71
	09:28			42,2	13,8	0		-57,5	20,36
	09:38		1. Probe	38,2	13,6	0	3	-56,2	20,07
	09:53			36	13,6	0		-53,4	20,22
	10:08			34,6	13,6	0		-53,1	20,07
	10:23			32,1	13,8	0		-53,1	20,22
	10:53			31,4	13,5	0		-53,1	20,07
	11:22		2. Probe	30,1	13,7	0	4	-52,9	19,93
	11:23	Ende GAV							0

Tab. 5: Zeitliche Deponiegasentwicklung beim Gasabsaugversuch KB 1

Die Nullmessung im Gaspegel der in der KB 1 in der Tiefe von 9 – 12 m ausgebaut wurde, ergab einen Methangehalt von rd. 45 Vol. %. D. h., in diesem Bereich liegt ein Überdruck beim Deponiegas vor, das Deponiegas wird nicht durch einströmenden Atmosphärensauerstoff verdünnt. Im Verlauf des Gasabsaugversuches geht der Methangehalt auf 30 Vol. % (vergleichbar RKS 4) zurück.

Sowohl im Bereich bis 6 m Tiefe, als auch im Bereich bis 12 m Tiefe pendeln sich die Methangehalte im Bereich von rd. 30 Vol. % ein.

Zusammenfassend zeigt sich, dass beim Deponiegas in der Altablagerung Schinderrain, seit der Detailuntersuchung (Bericht 13.08.2007) keine Änderungen im Gashaushalt erkennbar sind.

9 SPURENGASUNTERSUCHUNGEN

Jeweils kurz nach Beginn und vor dem Ende des jeweiligen Gasabsaugversuches wurden Bodenluftproben für die Spurengasanalytik auf LHKW und BTEX entnommen.

Als Ergebnis ergibt sich zusammenfassend, dass in allen vier untersuchten Proben keine LHKW's und keine BTEX-Aromaten nachgewiesen werden konnten.

Die Kopien der Laborberichte liegen als Anlage 5 bei.

10 ERGEBNISSE PROBENNAHME UND BODENMECHANISCHE UNTERSUCHUNGEN

Für die bodenmechanischen Laboruntersuchungen wurden folgende in Tabelle 6 aufgeführten Proben entnommen.

Probenbezeichnung	Untersuchte Parameter
KB 1, Tiefenbereich 4,0 – 4,4 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
KB 1, Tiefenbereich 13,7 – 14,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
KB 1, Tiefenbereich 17,7 – 18,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 1, Tiefenbereich 1,0 – 4,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 2, Tiefenbereich 5,2 – 6,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 3, Tiefenbereich 1,4 – 3,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 3, Tiefenbereich 3,0 – 5,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 4, Tiefenbereich 1,5 – 2,5 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 4, Tiefenbereich 3,5 – 4,2 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 5, Tiefenbereich 1,5 – 2,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 7, Tiefenbereich 3,5 – 4,5 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 8, Tiefenbereich 2,5 – 3,2 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 9, Tiefenbereich 0,2 – 3,0 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt
RKS 10, Tiefenbereich 1,0 – 4,5 m	Konsistenzgrenzen nach Atterberg, Wassergehalt

Tab. 6: Proben für bodenmechanische Laboruntersuchungen

Die bodenmechanischen Laboruntersuchungen erfolgten zur Ergänzung und Bestätigung der Bohrkernaufnahme im Gelände. Die Proben wurden so ausgewählt, dass die angetroffenen Schichten repräsentativ durch die bodenmechanischen Untersuchungen erfasst und beschrieben sind. Nicht beprobt und bodenmechanisch untersucht wurden stark wassergesättigte Bereiche, die bei der Geländeansprache von der Konsistenz als breiig (z. B. KB1 – Bereiche 16,0 – 17,6 m und lagenweise in dem Bereich von 20,0 – 24,6 m) eingestuft wurden.

10.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Für die im bodenmechanischen Laboruntersuchten Bodenproben liegen folgende Befunde vor.

Bezeichnung	Nat. H ₂ O (Gew. %)	Konsistenz (DIN 18 122)	Bodenart (DIN 18196)
KB 1, Tiefenbereich 4,0 – 4,4 m	18,7	halbfest	TM
KB 1, Tiefenbereich 13,7 – 14,0 m	21,2	halbfest	TM
KB 1, Tiefenbereich 17,7 – 18,0 m	22,4	steif	TM
RKS 1, Tiefenbereich 1,0 – 4,0 m	22,7	steif	TM
RKS 2, Tiefenbereich 5,2 – 6,0 m	23,6	steif	TM
RKS 3, Tiefenbereich 1,4 – 3,0 m	19,9	weich	TL
RKS 3, Tiefenbereich 3,0 – 5,0 m	25,2	steif	TM
RKS 4, Tiefenbereich 1,5 – 2,5 m	20,6	halbfest	TM
RKS 4, Tiefenbereich 3,5 – 4,2 m	16,1	halbfest	TM
RKS 5, Tiefenbereich 1,5 – 2,0 m	17,2	steif	TL
RKS 7, Tiefenbereich 3,5 – 4,5 m	17,0	halbfest	TL
RKS 8, Tiefenbereich 2,5 – 3,2 m	18,1	halbfest	TM
RKS 9, Tiefenbereich 0,2 – 3,0 m	24,4	weich	TL
RKS 10, Tiefenbereich 1,0 – 4,5 m	14,8	halbfest	TL

Tab. 7: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen – Konsistenzgrenzen

Kopien der Labordatenblätter liegen in Anlage 6 bei.

10.2 Bodenklassifikation gem. DIN 18 196

Nach DIN 18 196 bzw. DIN 1054 sind die Auffüllungen wie folgt einzustufen:

Die in den Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 – RKS 7) und der Kernbohrung KB 1 angetroffenen und untersuchten Auffüllungsabschnitte (vgl. Tab. 7) sind nach Ausbildung und Zusammensetzung meist als Schluff mit wechselnden Anteilen von Ton, Sand anzusprechen, und entsprechend den Konsistenzgrenzen von weich bis halbfest, als leichtplastische Tone (**TL**) oder mittelplastische Tone (**TM**) einzustufen.

Die in der geologischen Karte in diesem Bereich dargestellten, im ehem. Steinbruch abgebauten Festgesteinsabfolgen, die an der Deponiesohle in 24,6 m Tiefe in der Kernbohrung angetroffen wurden, sind dem Oberen Muschelkalk (mo2 – Nodosus Schichten) zuzuordnen.

10.3 Einstufung in Boden und Felsklassen DIN 18 300

Entsprechend DIN 18 300 sind die angetroffenen Schichtfolgen wie in Tabelle 8 dargestellt, einzustufen. Mit in der Tabelle 8 aufgeführt sind die Konsistenzbereiche die im Müllkörper angetroffen worden sind.

Schicht	Bodenklasse DIN 18 300	Konsistenz / Lagerungsdichte
Anthropogene Auffüllungen	Klasse 3 – 4	breiig - halbfest
Kalkstein (unverwittert) – Muschelkalk	7	hart

Tab. 8: Einstufung der angetroffenen Böden nach DIN 18 300

Die Festgesteinsabfolge des Oberen Muschelkalk (Grubensohle) wurde in der KB 1 ab 24,6 m Tiefe angetroffen. Dieser unverwitterte Kalkstein wird der Bodenklasse 7 (schwer lösbarer Fels) zugeordnet.

10.4 Einstufung der Böden gem. ihrer Frostempfindlichkeit

Gemäß ZTV E-StB 2009 lassen sich die angetroffenen Böden (Auffüllungen) entsprechend ihrer Frostempfindlichkeit wie folgt zuordnen:

Frostklasse	Bodengruppe nach DIN 18196 der bei den Erkundungen angetroffenen Böden
F 3, sehr frostempfindlich	TM, TL

Tab. 9: Einstufung der Böden hinsichtlich Frostempfindlichkeit

10.5 Erdbebenzone

Der Standort der Altablagerung Schinderrain liegt **in der Erdbebenzone 0**, - „Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensität 6 bis < 6,5 zu erwarten sind“ (siehe Karte für Erdbebenzonen von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 350.000, Stand: 1. Auflage 2005).

Besondere Lastannahmen und konstruktive Anforderungen gem. DIN 4119, Stand April 2005, sind im Regelfall nicht zu berücksichtigen.

10.6 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Sofern nicht direkt anhand von Laborversuchen bestimmt, gelten für die angetroffenen Böden und Gesteine anhand der Ergebnisse der Geländeerkundungen sowie anhand von geotechnischen Laborversuchen vergleichbarer Böden nachfolgend aufgeführte Erfahrungswerte (mittlere Bodenkennwerte, Rechenwerte, in Klammern aufgeführt sind die möglichen Schwankungsbereiche).

Material	Bodengruppe DIN 18 196	Reibungs- winkel cal φ	Wichte (kN/m ³) cal γ	Wichte (kN/m ³) cal γ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul MN/m ² cal E_s
Auffüllung Schluff, tonig, <u>breiig</u> , schwach organisch	TM, TL	23 (22,5 – 25,0)	19 (18,5 – 19,5)	9 (8,5 – 9,5)	0	1 (1,0 – 1,5)
Auffüllung Schluff, tonig, <u>weich</u> , schwach organisch	TM, TL	24 (22,5 – 27,5)	20 (19 – 20)	9 (9 – 10)	1 (0 – 2)	3 (2 – 5)
Auffüllung Schluff, tonig, <u>steif-halbfest</u> , schwach organisch	TM, TL	25 (22,5 – 27,5)	20 (19,5 – 21)	10 (9,5 – 11)	7 (5 – 10)	12 (5 – 20)
Kalkstein – Oberer Muschelkalk		35	19 - 21	11 - 12	-	> 100

Tab. 10: Bodenmechanische Kennwerte/Rechenwerte

Böden mit mindestens steifer Konsistenz, besser halbfester Konsistenz sind für einen verdichteten Einbau im Arbeitsraum von Bauwerken wieder verwendbar, sofern die festgestellten Schadstoffgehalte (vgl. Kap. 12) einen Wiedereinbau zulassen. Unter Ansatz einer erreichbaren Verdichtung von $D_{pr} 98\%$ ist dann von langfristig zu erwartenden Nachsetzungen in einer Größenordnung von 1-2 % der Schütthöhe auszugehen.

Breiige oder weiche Böden und Böden mit organischen Anteilen sind für einen qualifizierten Wiedereinbau ohne vorherige Verbesserung nicht geeignet.

11 GRUNDWASSER- /SCHICHTWASSERVERHÄLTNISSE

In der Rammkernsondierbohrung RKS 4 wurde Schichtwasser am Tag der Untersuchung bei 5,0 m u. GOK Schichtwasser, und in der RKS 11 bei 5,5 m u. GOK angetroffen. In den weiteren bis 6 m Tiefe niedergebrachten Rammkernsondierbohrungen wurde kein Schichtwasser angetroffen. In der Erkundungsbohrung KB 1 wurde Grundwasser in 13,2 m u. GOK (NN + 246 m) angetroffen. Vermutlich handelt es sich hierbei auch um Schicht- bzw. Stauwasser in dem Ablagerungskörper. Aktuelle Daten zum Grundwasserstand im Umfeld (2011) und die Daten, die in den im Rahmen der DU (2004 – 2007) durchgeführten Stichtagsmessungen belegen, dass der Grundwasserspiegel ca. 48 - 49 m unter GOK (ca. NN + 199 – 200 m) liegt. Die mit der KB 1 erbohrte Tiefenlage der ehem. Steinbruchsohle im nördlichen Teilbereich liegt bei 24,6 m u. GOK, ca. NN+ 234 m. Der Grundwasserspiegel im Hauptgrundwasserleiter liegt somit ca. 30 m unter der Sohle des ehem. Steinbruchs.

12 ERGEBNISSE PROBENNAHMEN UND ABFALLTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Für die abfalltechnischen Laboruntersuchungen wurden folgende in Tabelle 4 aufgeführten Proben entnommen.

Probenbezeichnung	Material	Untersuchter Parameter
KB 1, Mischprobe 1,0 – 2,7 m	Auffüllung	VwV Boden Tab. 6.1, und ergänzende Parameter nach DepV (2009)
KB 1, Mischprobe 4,5 – 8,0 m	Auffüllung	VwV Boden Tab. 6.1, und ergänzende Parameter nach DepV (2009)
KB 1, Mischprobe 9,2 – 16,0 m	Auffüllung	VwV Boden Tab. 6.1, und ergänzende Parameter nach DepV (2009)
RKS 1 – RKS 7, Mischprobe 2,0 – 4,0 m	Auffüllung	VwV Boden Tab. 6.1, und ergänzende Parameter nach DepV (2009)

Tab. 11: Proben für abfalltechnische Laboruntersuchungen

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der für die einzelnen Bereiche repräsentativen Bodenproben sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt. Die Laborberichte liegen in der Anlage 7.1 und 7.2 bei.

		KB 1 Mischprobe 1,0 - 2,7 m	KB 1 Mischprobe 4,5 - 8,0 m	KB 1 Mischprobe 9,2 - 16,0 m	Mischprobe m	Zuordnungswerte VwV (Stand 2007)					zulässige Gehalte, Anhang 3 - Tab. 2, Dep.-Verordnung (2009)			
						Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	> Z2	5 DK 0	6 DK I	7 DK II	8 DK III
Entnahmedatum		23.08.2011	23.08.2011	23.08.2011	05.05.2011									
Labornummer		1108225-1	1108225-2	1108225-3										
Matrix		Feststoff	Feststoff	Feststoff	Feststoff									
Probenbehälter		SDG	SDG	SDG	SDG									
Probenmenge		400 g	400 g	2,0 kg	400 g									
Zuordnung		Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung									
Polycyc. aromatische Kohlenwasserstoffe:														
Naphthalin	mg/kg	0,29	0,03	0,13	< 0,01									
Acenaphthylen	mg/kg	0,01	0,11	0,01	0,01									
Acenaphthen	mg/kg	0,02	0,04	0,02	0,01									
Fluoren	mg/kg	0,11	0,29	0,09	0,02									
Phenanthren	mg/kg	0,46	2,20	0,25	0,14									
Anthracen	mg/kg	0,17	0,82	0,06	0,04									
Fluoranthren	mg/kg	0,63	2,70	0,24	0,25									
Pyren	mg/kg	0,46	1,80	0,17	0,20									
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,20	1,10	0,06	0,11									
Chrysen	mg/kg	0,23	1,00	0,09	0,13									
Benzo(b/k)fluoranthren	mg/kg	0,31	1,30	0,12	0,19									
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,19	0,74	0,07	0,2	0,6	0,9	0,9	3					
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,02	0,07	< 0,01	0,01									
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,09	0,33	0,03	0,05									
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,09	0,34	0,03	0,05									
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	3,3	13	1,4	1,3	3	3	9	30	≤ 30	200	1000		
Polychlorierte Biphenyle:														
PCB (28)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
PCB (52)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
PCB (101)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
PCB (138)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01									
PCB (153)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01									
PCB (180)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01									
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	0,06	< 0,01	0,1	0,15	0,15	0,5	≤ 1	5	10		
LHKW:														
Dichlormethan	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Trichlormethan	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Trichlorethen	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
LHKW - Summe	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1	1	1	1	1	5	5		
BTEX-Aromaten:														
Benzol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Toluol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Ethylbenzol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
m,p-Xylol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
o-Xylol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
i-Propylbenzol (Cumol)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
Styrol	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01									
BTX - Summe	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1	1	1	1	≤ 6	6	6		

Tab. 12: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen Mischproben AA-Schinderrain, Probenreihe 23.08.2011 – Untersuchungen Feststoffproben PAK, LHKW und BTEX-Aromaten

		KB 1 Mischprobe 1,0 - 2,7 m	KB 1 Mischprobe 4,5 - 8,0 m	KB 1 Mischprobe 9,2 - 16,0 m	Mischprobe m	Zuordnungswerte VwV (Stand 2007)					zulässige Gehalte, Anhang 3 - Tab. 2, Dep.-Verordnung (2009)							
						Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	> Z2	5 DK 0	6 DK I	7 DK II	8 DK III				
Entnahmedatum		23.08.2011	23.08.2011	23.08.2011	05.05.2011													
Labornummer		1108225-1	1108225-2	1108225-3														
Matrix		Feststoff	Feststoff	Feststoff	Feststoff													
Probenbehälter		SDG	SDG	SDG	SDG													
Probenmenge		400 g	400 g	2,0 kg	400 g													
Zuordnung		Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung													
Extrah. Org. Halogenverb. EOX	mg/kg	< 0,05	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	3	3	10									
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	< 50	< 50	< 50	< 25	200	300	300	1000									
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	86	85	130	27	400	600	600	2000	≤ 500	4000	8000						
Cyanide ges. CN	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		3	3	10									
Schwermetalle (Feststoff):																		
Arsen (As)	mg/kg	9,5	8,9	7,5	9,2	15/20	45	45	150									
Blei (Pb)	mg/kg	17	15	17	34	140	210	210	700									
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,68	0,42	0,46	< 0,4	1	3	3	10									
Chrom (Cr)	mg/kg	39	26	26	35	120	180	180	600									
Kupfer (Cu)	mg/kg	23	16	19	23	80	120	120	400									
Nickel (Ni)	mg/kg	30	21	21	24	100	150	150	500									
Quecksilber (Hg)	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	1,5	1,5	5									
Thallium (Tl)	mg/kg	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,7	2,1	2,1	7									
Zink (Zn)	mg/kg	42	43	54	77	300	450	450	1500									
Glühverlust	M.% TS	3,6	2,4	2,3	4,8					≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10					
TOC	M.% TS	0,9	0,43	0,55	0,91					≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6					
Extrahierbare lipophile Stoffe	M.% TS	0,13	< 0,05	< 0,05	< 0,05					≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4					
pH-Wert (Eluat)		8,3	8,4	8,5	9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 12	5,5 - 12	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13					
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	230	260	350	200	250	250	1500	2000									
Chlorid (Cl)	mg/l	< 3	< 3	< 3	< 3	30	30	50	100	≤ 80	≤ 1500	≤ 1500	≤ 2500					
Sulfat (SO4)	mg/l	36	50	31	47	50	50	100	150	≤ 100	≤ 2000	≤ 2000	≤ 5000					
Cyanide ges.	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	5	5	10	20									
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	20	20	40	100									
Schwermetalle (Eluat):																		
Arsen (As)	µg/l	7,6	8,1	9,9	< 4,5	14	14	20	60	≤ 50	≤ 200	≤ 200	≤ 2500					
Blei (Pb)	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	40	40	80	200	≤ 50	≤ 200	≤ 1000	≤ 5000					
Cadmium (Cd)	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	1,5	1,5	3	6	≤ 4	≤ 50	≤ 100	≤ 500					
Chrom (Cr)	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	12,5	12,5	25	60	≤ 50	≤ 300	≤ 1000	≤ 7000					
Kupfer (Cu)	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	20	20	60	100	≤ 200	≤ 1000	≤ 5000	≤ 10000					
Nickel (Ni)	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	15	15	20	70	≤ 40	≤ 200	≤ 1000	≤ 4000					
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	0,5	1	2	≤ 1	≤ 5	≤ 20	≤ 200					
Zink (Zn)	µg/l	< 25	< 25	< 25	< 25	150	150	200	600	≤ 400	≤ 2000	≤ 5000	≤ 20000					
DOC	mg/l	7,4	4,9	9,3	2					≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100					
Barium	mg/l	0,12	0,16	0,17	0,061					≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30					
Molybdän	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,012	< 0,01					≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3					
Antimon	mg/l	< 0,003	< 0,003	0,0037	< 0,003					≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5					
Selen	mg/l	< 0,003	< 0,003	0,0031	0,0045					≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7					
Fluorid	mg/l	0,56	0,32	0,34	0,31					≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50					
Cyanide, lf	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01					≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1					
Wasserlöslicher Anteil	M.-%	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1					≤ 0,4	≤ 3	≤ 6	≤ 10					

Tab. 13: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen Mischproben AA-Schinderrain, Probenreihe 23.08.2011 - Untersuchungen Feststoff- und Eluatproben MKW, Schwermetalle und weitere Parameter

Die Probennahme erfolgte aus den oberen Bereichen der Altablagerung (Bereich 1 – 4 m) für evtl. flachgründige Baumaßnahmen, aus dem Bereich 4,5 – 8 m für tiefgründige Baumaßnahmen und aus den Bereich 9,2 – 16 m Tiefe zur generellen Ermittlung möglicher Schadstoffbelastungen in größeren Tiefen. Aus den aufgeführten Bereichen wurden jeweils repräsentative Mischproben er-

stellt. Die Untersuchungen der jeweiligen Mischproben erfolgte wie oben aufgeführt, nach dem Untersuchungsumfang der VwV Boden Tab. 6.1, und ergänzende Parameter nach DepV (2009).

13 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG

13.1.1 Bewertungsgrundlage

Bewertungsgrundlagen zur Einstufung der Verwertungs- bzw. des Entsorgungsweges sind die in den Tabellen 12 und 13 mit aufgeführten Zuordnungswerte Z0, Z0*, Z1.1, Z1.2 und Z2 der VwV Boden Baden-Württemberg (Stand 2007) und die ebenfalls in den Tabellen aufgeführten max. zulässigen Gehalte der Dep.-Verordnung (2009) – DK 0 bis DK III stellen die Obergrenzen für die jeweiligen Verwertungs- bzw. Entsorgungszuordnungen dar.

13.1.2 Bewertung Auffüllungen und anstehender natürlicher Boden

Anhand der vorliegenden Analysenbefunde sind die untersuchten Bodenproben den Zuordnungs-klassen gem. VwV-Boden Baden-Württemberg sowie der Deponieverordnung (2009) wie folgt zu-zuordnen:

Probe	Zuordnungs- klasse (VwV Boden BW)	Deponie- klasse (DepV 2009)	Einstufungsrelevanter Parameter
Auffüllung KB 1 (1,0 - 2,7 m) (4,5 - 8,5 m) (9,2 - 16,0 m)	Z 1.2 (VwV) Z 1.2 (VwV) Z 1.2 (VwV)	DK II DK 0 DK 0	Glühverlust mit 3,61 M % el Leitfähigkeit mit 260 µS/cm el. Leitfähigkeit mit 350 µS/cm
Auffüllung /Mischprobe RKS 1 – RKS 7 (0,2 – 4,0 m)	Z 1.2 (VwV)	DK II	Glühverlust 3,8 M%, Sulfat 62 mg/l

Tab. 14: Tabelle mit der Zuordnung der untersuchten Bodenproben gem. VwV-Boden und DepV

Wir empfehlen Material, welches beim Aushub augenscheinlich nicht den oben beschriebenen Zuordnungen entspricht zu separieren und ggfs. weitere Haufwerksbeprobungen durchzuführen um entsprechend den Fußnoten der DepV (s. unten) den tatsächlich erforderlichen Entsorgungsweg, auch in Abstimmung mit den zuständigen Behörden festzulegen.

Entsprechend des *Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes – KrW-/AbfG (1994/2009)*, §5 Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft; Abs.(2). ..Soweit sich aus diesem Gesetz nichts anderes ergibt, hat die Verwertung von Abfällen Vorrang vor deren Beseitigung. ... Der Vorrang der Verwertung entfällt, wenn deren Beseitigung die umweltverträgliche Lösung darstellt.

In diesem Zusammenhang ist nochmals auf die folgenden, **fett dargestellten Hinweise** in der Fußzeile der DepV. 2009 hingewiesen (s. Tab. 14), die im Zuge bzw. für die Kostenermittlung im Falle einer Beseitigung zu berücksichtigen und zu beachten sind.

Fußzeilen DepV. 2009
1) Nummer 1.01 kann gleichwertig zu Nummer 1.02 angewandt werden.
2) Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn die Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden oder wenn
a) der jeweilige Zuordnungswert für den DOC, jeweils unter Berücksichtigung der Fußnoten 7, 8 oder 9, eingehalten wird,
b) die biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz von 5 mg/g (bestimmt als Atmungsaktivität-AT ₄) oder von 20 l/kg (bestimmt als Gasbildungsrate im Gärtest — GB21) unterschritten wird und
c) der Brennwert (H ₀) von 6 000 kJ/kg nicht überschritten wird.
Boden (Abfallschlüssel 17 05 04, 20 02 02 nach der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung) und Baggergut (Abfallschlüssel 17 05 06 nach der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung) darf nicht mehr als 5 Volumenprozent an Fremdstoffen enthalten. Überschreitungen des TOC nach Satz 1 sind bei Deponien der Klasse 0 bis max. 6 Masseprozent zulässig.
3) Der Zuordnungswert gilt nicht für Aschen aus der Braunkohlefeuerung sowie für Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe aus Hochtemperaturprozessen, insbesondere Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke, unbearbeitete Schlacke, Stäube und Schlämme aus der Abgasreinigung von Sinteranlagen, Hochöfen, Schachtöfen und Stahlwerken der Eisen- und Stahlindustrie.
4) Bei PAK-Gehalten von mehr als 3 mg/kg ist mit Hilfe eines Säulenversuches nachzuweisen, dass in dem zu erwartenden Sickerwasser ein Wert von 0,20 mg/l nicht überschritten wird.
5) Gilt nicht für Straßenaufbruch auf Asphaltbasis. Die Einschränkung nach Nummer 2 Satz 3 des Anhangs findet keine Anwendung.
6) Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen.
7) Der Zuordnungswert für DOC ist auch eingehalten, wenn der Abfall oder der Deponiebauersatzstoff den Zuordnungswert nicht bei seinem eigenen pH-Wert, aber bei einem pH-Wert zwischen 7,5 und 8,0 einhält.
8) Gilt nicht für Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe auf Gipsbasis, sofern sie nicht gemeinsam mit biologisch abbaubaren oder gefährlichen Abfällen abgelagert oder eingesetzt werden.
9) Überschreitungen des DOC bis max. 100 mg/l sind zulässig, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
10) Mit Zustimmung der zuständigen Behörde sind Überschreitungen des DOC bis 200 mg/l zulässig, wenn das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird und bis max. 300 mg/l, wenn sie auf anorganisch gebundenem Kohlenstoff basieren.
11) Nummer 3.20 kann gleichwertig zu den Nummern 3.11 und 3.12 angewandt werden.
12) Der Zuordnungswert gilt nicht, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.
13) Untersuchung nur bei Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen (max. 10 Volumenprozent).
14) Überschreitungen des Sulfatwertes bis zu einem Wert von 600 mg/l sind zulässig, wenn der C₀-Wert der Perkolationsprüfung den Wert von 1 500 mg/l bei L/S = 0,1 l/kg nicht überschreitet.
15) Überschreitungen des Antimonwertes nach Nummer 3.18a sind zulässig, wenn der C ₀ -Wert der Perkolationsprüfung nach Nummer 3.18b nicht überschritten wird.
16) Gilt nicht für Aschen aus Anlagen zur Verbrennung von Holz gemäß der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen und gemäß Nummer 1.2 Spalte 2 Buchstabe a und Nummer 8.2 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, ausgenommen Zyklon- und Filteraschen.

Tab. 15: Fußzeile Tabelle 2, Anhang 3 – DepV. 2009

14 BAUGRUNDBEURTEILUNG / BAUGRUNDEMPFEHLUNGEN

14.1 Setzungsberechnungen - Bereich geplantes Kulturzentrum

Um Aussagen zum Setzungsverhalten der Auffüllungen zu erhalten, wurden auf Grund der sehr inhomogenen Untergrundverhältnisse Setzungsberechnungen mit den Ergebnissen in ausgewählten Rammkernsondierbohrungen durchgeführt, die repräsentativ für die Untergrundverhältnisse im Bereich des Vereinsheimes der türkischen Gemeinde e.V. sind.

Grundlagen für die Berechnungen sind die Ergebnisse der in den Rammkernsondierbohrungen angetroffenen Schichten, die Ergebnisse der Rammsondierungen sowie die abgeschätzten Bodenkennwerte (vgl. Tab. 10).

Aus den Schlagzahlen der Rammsondierungen (Anzahl Schläge/10 cm Eindringtiefe) lassen sich Aussagen zur Konsistenz und Lagerungsdichte des Bodens ableiten. Je geringer die Schlagzahlen sind, je weicher/lockerer gelagert ist der Boden. Je weicher/lockerer gelagert der Boden ist, umso wahrscheinlicher treten Setzungen bei Gebäuden auf, die auf diesem Boden errichtet werden. Bei ungleichmäßiger Ausbildung des Untergrundaufbaus können Risse im Gebäude entstehen, bis hin zur Verkippung des Gebäudes oder Gebäudeteilen.

Die durchgeführten Rammsondierungen zeigen sehr unterschiedliche Konsistenzen in geringen Abständen (vgl. RS 8, RS 9, RS 10 und RS 11).

Auf Grund der überwiegenden Matrixzusammensetzung (Schluff, tonig) werden die oberen Schichten hinsichtlich der zulässigen Bodenpressung wie ein Lößlehm angesprochen, das zulässige Sigma auf 180 kN/m² begrenzt. Weiterhin wird davon ausgegangen dass Setzungen bis ca. 2 cm zugelassen werden können.

Die Setzungsberechnungen für Streifen und Einzelfundamente in den Bereichen der RKS/RS 8 , RKS/RS 9, RKS/RS 10 und RKS/RS 11 liegen als Anlage 9.1 - 9.4 bei.

Die Ergebnisse der möglichen Setzungen im Bereich des geplanten Kulturzentrums sind in der folgenden Tabelle 16 zusammengestellt.

Bohrung	mögliche Setzungen bei zul. Sigma von 180 kN/m ²	
	Streifenfundament	Einzelfundament
	Breite von 0,5 - 2,0 m	Breite von 0,5 - 1,0 m
RKS 8	0,8 - 1,5 cm	0,4 - 1,4 cm
RKS 9	4,4 - 6,5 cm	4,4 - 10,0 cm
RKS 10	1,2 - 2,0 cm	0,6 - 1,2 cm
RKS 11	4,4 - 6,5 cm	2,1 - 6,3 cm

Tab. 16: Ergebnisse der Setzungsberechnungen - Bereich Kulturzentrum

Die Ergebnisse der Setzungsberechnungen im Bereich des geplanten Kulturzentrums zeigen, dass es Bereiche gibt (RKS 8 und RKS 10) in denen nur geringe Setzungen zu erwarten sind, die bei den angesetzten zulässigen Bodenpressungen im zugelassenen Rahmen liegen. Es gibt aber auch Bereiche, bei denen mögliche Setzungen bis ca. 10 cm auftreten können. Diese sehr inhomogenen Untergrundverhältnisse treten in engen Abständen auf. Hier kann es bei der Gründung mit Streifen- oder Einzelfundamenten zu Setzungen auf engem Raum kommen, die in den ermittelten Größenordnungen bei den verwendeten Ausgangsdaten und Annahmen nicht zugelassen werden können.

Resümee

Bei einer normalen Bauweise des Kulturzentrums mit z. B. Streifenfundamenten ist von unterschiedlichen Setzungen und damit mit Rissen und/oder Verkippungen des Gebäudes oder von Gebäudeteilen auszugehen. Von der Gründung mit Streifen- oder Einzelfundamenten ist abzuraten. Es wird empfohlen eine Gründung mit Bohrpfehlen durchzuführen, die bis auf die Sohle des ehem. Steinbruchs (ca. 25 m) bzw. mindestens 1 m in den Kalkstein des Oberen Muschelkalk (mo) einzubinden sind.

14.2 Setzungsberechnungen - Bereich südliche Baracken und Sportplatz

Auch für den Bereich der südlichen Baracken und des Sportplatzes werden zur Darstellung des Setzungsverhaltens der Auffüllungen, Setzungsberechnungen mit den Ergebnissen in ausgewählten Rammkernsondierbohrungen durchgeführt, die für diesen Bereich repräsentativ sind.

Grundlagen für die Berechnungen sind die Ergebnisse der in den Rammkernsondierbohrungen angetroffenen Schichten, die Ergebnisse der Rammsondierungen sowie die abgeschätzten Bodenkennwerte (vgl. Tab. 10).

Aus den Schlagzahlen der Rammsondierungen (Anzahl Schläge/10 cm Eindringtiefe) lassen sich Aussagen zur Konsistenz und Lagerungsdichte des Bodens ableiten. Je geringer die Schlagzahlen sind, je weicher/lockerer gelagert ist der Boden. Je weicher/lockerer gelagert der Boden ist, umso wahrscheinlicher treten Setzungen bei Gebäuden auf, die auf diesem Boden errichtet werden. Bei ungleichmäßiger Ausbildung des Untergrundaufbaus können Risse im Gebäude entstehen, bis hin zur Verkippung des Gebäudes oder Gebäudeteilen.

Die durchgeführten Rammsondierungen ergaben für diese Bereiche der Altablagerung überwiegend Schlagzahlen von ca. 2 - 8 für 10 cm Eindringtiefe (mit einigen schichtweisen Abweichungen), was auf geringe Konsistenzen hindeutet (vgl. RS 1, RS 2, RS 3, RS 4, RS 5 und RS 6).

Auch für diese Bereiche gilt, dass die Matrix der Auffüllungen im Wesentlichen aus tonigem Schluff besteht. Hinsichtlich der zulässigen Bodenpressung werden die oberen Schichteinheiten wie ein Lößlehm angesprochen, das zulässige Sigma auch für diese Bereiche auf 180 kN/m² begrenzt. Weiterhin wird auch hier davon ausgegangen das Setzungen bis ca. 2 cm zugelassen werden können.

Die Setzungsberechnungen für Streifen und Einzelfundamente in den Bereichen der RKS/RS 1 , RKS/RS 2, RKS/RS 3 und RKS/RS 4 liegen als Anlage 9.5 - 9.8 bei.

Die Ergebnisse der möglichen Setzungen im Bereich der südlichen Baracken und des Sportplatzes sind in der folgenden Tabelle 17 zusammengestellt.

Bohrung	mögliche Setzungen bei zul. Sigma von 180 kN/m ²	
	Streifenfundament	Einzelfundament
	Breite von 0,5 - 2,0 m	Breite von 0,5 - 1,0 m
RKS 1	5,0 - 7,5 cm	2,6 - 7,0 cm
RKS 2	1,7 - 3,5 cm	0,7 - 3,5 cm
RKS 3	2,5 - 4,0 cm	1,0 - 4,0 cm
RKS 4	3,0 - 6,0 cm	1,0 - 5,0 cm
RKS 5	cm	cm

Tab. 17: Ergebnisse der Setzungsberechnungen - Bereich südliche Baracken und Sportplatz

Die Ergebnisse der Setzungsberechnungen im Bereich des Sportplatzes zeigen überwiegend weiche, teilweise auch steife und schichtenweise auch halbfeste Konsistenzen.

Der gesamte Bereich der südlichen Baracken und des Sportplatzes zeigt bei den Annahmen von einer zulässigen Bodenpressung von 180 kN/m² fast durchgehend mögliche Setzungsbeträge von über 2 cm.

Auch hier kann es bei der Gründung mit Streifen- oder Einzelfundamenten, bei den angesetzten zulässigen Bodenpressungen von 180 kN/m² zu Setzungen kommen, die in den ermittelten Größenordnungen bei den verwendeten Ausgangsdaten und Annahmen nicht zugelassen werden können.

Resümee

Bei einer normalen Bauweise von größeren, massiv gebauten Gebäuden mit Keller können bei Einzel- und auch Streifenfundamenten Setzungen und damit Risse und/oder Verkippungen des Gebäudes oder von Gebäudeteilen auftreten. Auch für diese Bereiche ist von der Gründung größerer Gebäude mit Streifen- oder Einzelfundamenten abzuraten.

Für flache Gebäude wie die bestehenden Baracken, ohne Keller, und in Leitbauweise gebaut, durch die geringe Sohldrücke erzeugt werden, stellen diese Untergrundverhältnisse keine Probleme hinsichtlich möglicher Setzungen dar.

14.3 Einfluss der Baumaßnahmen (Grundwassersituation) auf die angrenzenden Gebäude

Ein Einfluss möglicher Baumaßnahmen auf das Grundwasser oder umliegende Gebäude ist nicht zu erwarten.

14.4 Wiederverfüllung von Baugruben

Für die Wiederverfüllung von Baugruben bzw. Arbeitsräumen ist verdichtungsfähiges, bindiges Bodenmaterial lagenweise einzubauen und lagenweise zu verdichten. Auf Grund der festgestellten Belastungen im aufgefüllten Material ist dieses zur Wiederverfüllung von Baugruben / Arbeitsräumen nicht geeignet.

15 WEITERE EMPFEHLUNGEN UND SCHLUSSBEMERKUNGEN

Bedingt durch den sehr inhomogenen Aufbau des Untergrundes der Altablagerung, ist tendenziell davon auszugehen, dass sehr unterschiedliche Setzungen bei Gebäuden mit höheren Punktlasten auftreten.

Mit diesen ermittelten Ausgangsdaten ist jetzt durch den Planer des Kulturzentrums zu klären, welche tatsächlichen Lasten durch die Kulturzentrum auf den Untergrund wirken. Nach dem Festlegen genauerer Gebäudeabmessungen und dem geplanten Einbindungen in den Untergrund, ist eine bauwerksbezogene Ausarbeitung eines Gründungsgutachtens erforderlich.

Bedingt durch die Deponiegassituation, die sich seit den Untersuchungen im Jahr 2007 nicht geändert hat, sind bei weitergehenden Planungen von Gebäuden Maßnahmen zur Ableitung von Deponiegas (Gasdrainagen) mit einzuplanen, und die Gasproblematik beim Bau (Arbeitsschutz) zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass gasdichte Durchgänge für Ver- / Entsorgungsleitungen bei den Planungen vorzusehen sind.

Es ist nicht bekannt ob oder welche Baumaßnahmen durch die Stadt in diesen Bereichen geplant sind. Wie oben erwähnt, sind Bauten in Leichtbauweise wie die bestehenden Baracken möglich, da dieses Gebäude geringe Bodenpressungen erzeugen. Sofern in diesen Bereichen Gebäude in Leichtbauweise vorgesehen sind, sollten aber auch hierfür Angaben zu Gebäudeabmessungen und Lasten angegeben und überprüft werden.

Die Angaben in diesem Bericht beziehen sich auf die am jeweiligen Untersuchungstag angetroffene Bodensituation und den zum Zeitpunkt der Berichtsabfassung bekannten Planungsstand.

Lokale Abweichungen von den hier beschriebenen Untergrundverhältnissen können nicht generell ausgeschlossen werden. Werden Baugrundverhältnisse angetroffen, die von der bisher beschriebenen Situation wesentlich abweichen, ist der Unterzeichner zu einer ergänzenden Stellungnahme hinzuzuziehen.

Klinger und Partner GmbH
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH

Friolzheimer Straße 3 · 70499 Stuttgart
Telefon: 0711 693308-0 · Telefax: 0711 693308-99
E-Mail: info@klinger-partner.de
Internet: <http://www.klinger-partner.de>

Aufgestellt:
Ulrich Behnke, Dipl.-Geol.

Stuttgart, den 29.11.2011
AR-01415 ben

i. A.

Ulrich Behnke
Projektleiter

Horst Klinger
Geschäftsführer

ANHANG

1	Lage der Bohrpunkte auf der Altablagerung Schinderrain	M.: 1 : 1.000
2.1-2.11	Bohrprofile RKS 1 – RKS 11 mit Ergebnissen der Rammsondierungen	M.: 1 : 50
3	Bohrprofil Kernbohrung B 1 mit Ausbau Gasmesspegel	M.: 1 : 100
4.1-4.2	Graphische Darstellung der Änderungen der Deponiegasgehalte bei den Gasabsaugversuchen RKS 4 und KB 1	ohne
5	Labordatenblätter – Spurengasanalysen der Proben der Gasabsaugversuche	ohne
6	Labordatenblätter - bodenmechanische Untersuchungen	ohne
7	Labordatenblätter – abfalltechnische Untersuchungen	ohne
8	Leitungserhebungen	ohne
9.1 - 9.8	Graphische Darstellungen der Setzungsberechnungen	ohne