

TÖNIGES GmbH
Diplom- und Ingenieurgeologen
Mitglied im: VBI, DGGT, UKOM, IHK R-N
Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim
Tel.: 07261 9211-0
Fax: 07261 9211-22
Internet: <http://www.toeniges-gmbh.de>
E-Mail: info@toeniges-gmbh.de

Baugrund- und Altlastengutachten,
Sanierung, Hydrogeologie, Geoinformatik,
Geothermie, Erdstoffmanagement

Norbert Wengert von der IHK Rhein-Neckar
für das Sachgebiet „Baugrund- und Grundwas-
serfragen“ öffentlich bestellt und vereidigt.



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Zweigstellen:

Am Teuerbrünne 119
D-74078 Heilbronn
Tel.: 07066/915560
Fax: 07066/915561

Pleikartsförster Hof 9
D-69124 Heidelberg
Tel.: 06221 7366730
Fax: 06221 7367022

Gutachten

Projekt Nr: A 14961

Projekt: Sinsheim – Eschelbach, Im Kirchgrund 20A, ehem. Zimmerei
- Orientierende Untersuchung (OU) -

Auftraggeber: Stadtverwaltung Sinsheim
Wilhelmstraße 14 - 18
74889 Sinsheim

Lage: TK 25, 6718 Wiesloch
mittlerer Rechtswert: 3484.060
mittlerer Hochwert: 5457.235

Bearbeiter H. Brecht, Dipl.-Geol.

Datum Sinsheim, 13. 01. 2015



TÖNIGES GmbH

Beratende Geologen
und Ingenieure
74889 Sinsheim
Tel. (07261) 92 11-0 Fax -22

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
1.2	Verwendete Unterlagen	1
1.3	Standortbeschreibung und Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen....	2
1.3.1	Allgemeine Standortbeschreibung und Historie.....	2
1.3.2	Ergebnisse auf dem Nachbargrundstück	3
1.4	Untergrundverhältnisse	4
2	Untersuchungsprogramm	5
2.1	Geländearbeiten	5
2.1.1	Kleinrammbohrungen, Bodenluft- und Bodenprobenahme.....	5
2.1.2	Flächige Beprobung der oberen Bodenzone	6
2.2	Chemisch - analytische Untersuchungen	6
3	Untersuchungsergebnisse	8
3.1	Vor-Ort-Ergebnisse	8
3.2	Laborergebnisse	8
3.2.1	Messwerte Obere Bodenzone / Wirkungspfade Boden – Mensch / Nutzpflanze	8
3.2.2	Messwerte Bodenluft / Boden-Innenraumluf-Mensch / Wirkungspfad Boden - GW	9
3.2.3	Messwerte Boden - Feststoffwerte / Wirkungspfad Boden - Grundwasser	10
3.2.4	Messwerte Boden - Bodeneluat / Wirkungspfad Boden - Grundwasser .	11
3.3	Zusammenfassende Darstellung.....	12
4	Bewertung und Gefährdungsabschätzung	13
4.1	Allgemeine Grundlagen.....	13
4.2	Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Bod.-Nutzpflanzen .	13
4.2.1	Angaben zu Vorsorgewerten und Prüfwerten sowie Orientierungswerten	13
4.2.2	Beurteilung hinsichtlich einer zukünftigen, sensiblen Nutzung	15
4.3	Wirkungspfad Boden – Mensch, Pfad Boden-Innenraumluf-Mensch	16
4.4	Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser....	17
4.4.1	Beurteilung der Bodenluftuntersuchungen	17
4.4.2	Beurteilung der Bodenuntersuchungen	17
5	Orientierende Beurteilung von Bodenaushub	18
6	Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise	19

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Quellen, Literatur, Gesetze und Verordnungen	1
Tabelle 2:	Angaben zu den Kleinrammbohrungen	5
Tabelle 3:	Beschreibungen, Definitionen und verwendete Abkürzungen zur Analytik7	

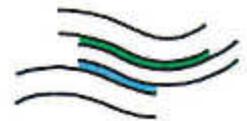


Tabelle 4: Messergebnisse, obere Bodenzone, Wirkungspfade Boden-Mensch / Boden-Nutzpflanzen	8
Tabelle 5: Messergebnisse Bodenluft	9
Tabelle 6: Messergebnisse Boden - Feststoffwerte	10
Tabelle 7: Messergebnisse Boden - Feststoffwerte	10
Tabelle 8: Messergebnisse, Bodeneluat („Sickerwasser“).....	11
Tabelle 9: Vorsorge-, Prüf- und Besorgniswerte sowie Prüfwertvorschläge für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanzen in mg/kg	14

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ausschnitt aus Flurstücksplan	2
Abbildung 2: Luftbild aus Google earth.....	3
Abbildung 3: Lage der Baggerschürfe im Januar 2004.....	4

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Lagepläne
	1.1 Geographische Lage der Untersuchungsfläche
	1.2 Lage der Beprobungspunkte
Anlage 2	Bohrprofile
Anlage 3	Probenahmeprotokolle, Bodenluft
Anlage 4	Laborberichte
	4.1 Bodenluftproben
	4.2 Bodenproben

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das frühere gewerblich genutzte Grundstück „Im Kirchgrund 20A“ in Sinsheim – Eschelbach mit den Flst.-Nr. 7097 und 7097/1 soll einer wohnwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden.

Die Stadt Sinsheim beauftragte unser Büro eine Orientierende Untersuchung (OU) durchzuführen. Mit den Untersuchungen sollte geklärt werden, ob durch die früheren Nutzungen des Grundstückes schädliche Bodenveränderungen im Sinne des BBodSchG entstanden sind.

Die Konzepterstellung erfolgte im Rahmen einer Ortsbesichtigung am 15.10.2014 mit Herrn Grünberger, Wasserrechtsamt, Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis.

1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

Tabelle 1: Quellen, Literatur, Gesetze und Verordnungen

Nr.	Bezeichnung
[1]	TÖNIGES GMBH (2004): Stellungnahme zur „Gefährdungsabklärung städtischer Bauplätze in Eschelbach...“ vom 04.02.2004
[2]	TÖNIGES GMBH (2009): Dokumentation zur Gutachterlichen Begleitung des flächigen Abtrages“ vom 20.03.2009
[3]	GLA Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1985): Geologische Karte, 6718 Wiesloch von 1902, Reproduktion von 1985
[4]	BBodSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetzes -Gesetz) vom 17.03.1998
[5]	BBodSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999
[6]	Umw Ministerium für Umwelt und Verkehr, Sozialministerium, Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen (VwV Orientierungswerte) vom 01.03.1998
[7]	Umw Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden) vom 14. März 2007 (verlängert bis 31.12.2013)
[8]	Lübw Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg: Branchenkatalog zur historischen Erhebung von Altstandorten, Branchenkatalog zur historischen Erhebung von Altstandorten, Version 3.0
[9]	Lübw Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (2010): Handbuch Altlastenbewertung, Anhang: Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft, März 2010
[10]	Lübw Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (2014): Strukturierte Sickerwasserprognose in der Orientierenden Untersuchung nach BBodSchV vom Juli 2014

[11] ARGEBAU Fachkommission „Städtebau“ (2001): Mustererlass zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren, 26.09.2001

1.3 Standortbeschreibung und Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen

1.3.1 Allgemeine Standortbeschreibung und Historie

Bei der in den Anlagen 1.1 und 1.2 gekennzeichneten Grundstücksfläche handelt es sich um den östlichen Teil einer früheren Gewerbefläche, welche von ca. 1968/1969 bis 09.09.2012 durch eine Zimmerei genutzt wurde.

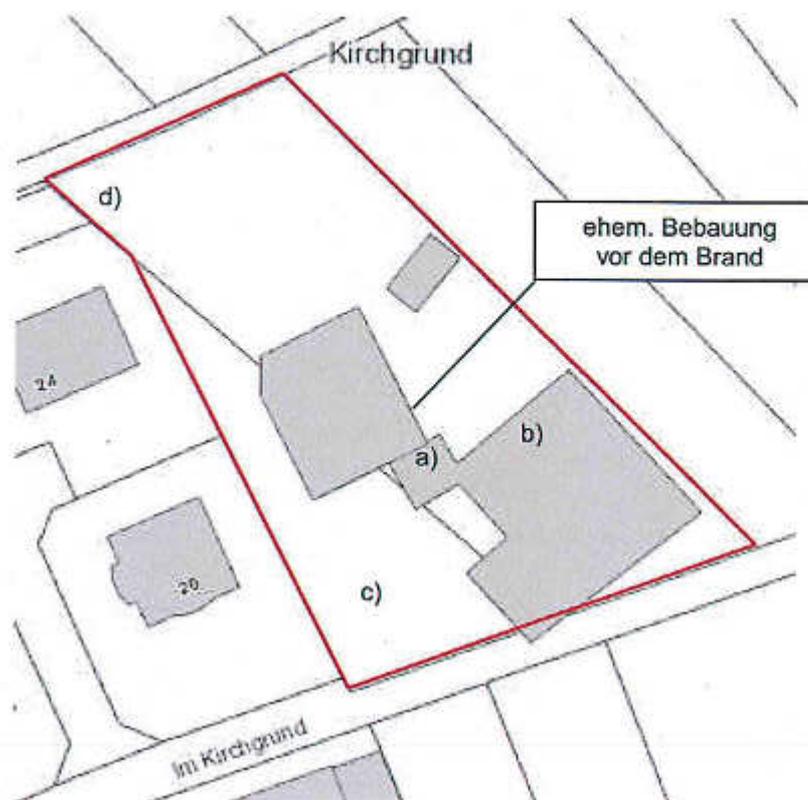


Abbildung 1: Ausschnitt aus Flurstücksplan

Auf der Grundlage der Angaben von Herrn [REDACTED] Zeitzeuge und ab ca. 1990 Eigentümer des Grundstückes, und den Beobachtungen bei der Ortsbesichtigung am 15.10.2014, ergaben sich folgende altlastverdächtige Teilflächen:

- 1) ehem. oberirdischer Heizöltank; Größe: > 5.000 Liter
- 2) Bereich mit Farbresten auf Knochensteinen, Schlosserarbeiten, mit kleiner Hebebühne
- 3) ehem. Bereich mit Holzimprägnierarbeiten; heute asphaltiert
- 4) ehem. Lagerfläche, nördlicher Teilfläche; betonierte; Lagerung von Gerüstteilen

Auf der Teilfläche c) wurden nach Angaben von Herrn [REDACTED] in den früheren Jahren Bauholz im kleineren Maßstab imprägniert. Ein Imprägnier-/Tauchbecken war nicht vorhanden.

In den letzten Jahren diente dieser Bereich zur Lagerung von Brennholz, Metallwaren etc. und es waren zwei bis vier Altautos abgestellt.

Auf der nördlichen, unbebauten und nicht versiegelten Freifläche wurden Holzstämmе gelagert.

Am 09.09.2012 sind die Gebäude bei einem Brand nahezu vollständig abgebrannt.



Abbildung 2: Luftbild aus Google earth

Herrn [REDACTED] sind neben dem Brandereignis keine singulären Ereignisse, wie Unfälle etc., bekannt.

1.3.2 Ergebnisse auf dem Nachbargrundstück

Im Jahr 2004 wurden auf den westlich zur Untersuchungsfläche gelegenen Grundstücken mit den Flst.-Nr. 7145, 7155 und 7156 insg. 9 Baggerschürfe zur Schichtaufnahme und zur Entnahme von Bodenproben angelegt. Hierbei wurde unter einer rd. 0,3 – 0,4 m mächtigen Auffüllung der geogene Boden (Löß) angetroffen:



Abbildung 3: Lage der Baggerschürfe im Januar 2004

An einer Bodenmischprobe aus den Auffüllungen wurden erhöhte Gehalte an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nachgewiesen. Im Bericht [1] wurde vermutet, dass sich diese Verunreinigungen auf die Auffüllungen begrenzen.

Im März 2009 wurde der flächige Abtrag der Auffüllungen durch unser Büro fachtechnisch begleitet und in [2] dokumentiert. Der Bodenabtrag erfolgte bis auf den anstehenden Boden (Löß). In den entnommenen Bodenproben aus dem hergestellten Erdplanum wurden keine erhöhten Werte festgestellt.

1.4 **Untergrundverhältnisse**

Im Zuge der durchgeführten Bohrarbeiten nach Kapitel 2.1.1 wurden bis zu der Erkundungstiefe von 2,0 m, folgendes Normalprofil erschlossen:

0 bis max. 1,0 m: Auffüllungen mit unterschiedlicher Zusammensetzung von aufgefülltem Lößlehm bis schluffigen sandigen Steinen; auf der nordöstlichen Teilfläche ohne Auffüllungen

>2,0 m: Löß und Lößlehm: feinsandiger, toniger Schluff

Grund- oder Schichtwasser wurde bis zur Erkundungstiefe von 2,0 m nicht angetroffen.

2 Untersuchungsprogramm

Die Probenahmearbeiten für die Beurteilung hinsichtlich der Wirkungspfade gemäß der BBodSchV [5] wurden wie folgt durchgeführt:

- Kleinrammbohrungen
- Flächige Beprobung der oberen Bodenzone

2.1 Geländearbeiten

2.1.1 Kleinrammbohrungen, Bodenluft- und Bodenprobenahme

Am 28.11.2014 wurden 9 Kleinrammbohrungen bis 2,0 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Lage der Bohrungen ist in der Anlage 1.2 zeichnerisch dargestellt und in folgender Tabelle näher beschrieben:

Tabelle 2: Angaben zu den Kleinrammbohrungen

Bezeichnung	Bohrtiefe	Lagebeschreibung / sonstige Hinweise
RKS 1	2,0 m	ehem. oberirdischer Heizöltank
RKS 2	2,0 m	Bereich mit Farbresten, Schlosserarbeiten
RKS 3	2,0 m	Bereich mit Farbresten, Schlosserarbeiten
RKS 4	2,0 m	ehem. Bereich mit Holzimprägnierarbeiten
RKS 5	2,0 m	ehem. Bereich mit Holzimprägnierarbeiten
RKS 6	2,0 m	ehem. Lagerfläche
RKS 7	2,0 m	ehem. Lagerfläche
RKS 8	2,0 m	nördlichen, unbebauten und nicht versiegelten Freifläche
RKS 9	2,0 m	nördlichen, unbebauten und nicht versiegelten Freifläche

Das Bohrgut wurde geologisch aufgenommen und organoleptisch beurteilt. Aus den gewonnenen Daten wurden Bohrprofile gemäß Anlage 2 erstellt.

Sensorische/organoleptische Auffälligkeiten (Geruch, Verfärbungen, Verdacht auf eine Verunreinigung) sind im jeweiligen Profil vermerkt.

Im vorliegenden Fall ergaben sich im Rahmen der Probenahmekampagne jedoch keine Auffälligkeiten.

Das entnommene Bodenmaterial wurde homogenisiert (Bildung von homogenen Einzelproben über maximal 1,0 m Bohrstrecke bzw. geringere Bohrstrecken bei entsprechend organoleptisch auffälligen Bereichen oder bei Schichtwechsel) und in Braungläser gefüllt.

Die Entnahme von speziell stabilisierten Bodenproben bei Verdacht auf leichtflüchtige Schadstoffe (z.B. Lösungsmittel, Benzin, Lacke) und zur Untersuchung auf LHKW, AKW etc. waren nicht erforderlich.

Die Bohröffnungen wurden für die Entnahme von Bodenluftproben zu einer ambulanten Messstelle ausgebaut. Die Protokolle mit den Rahmendaten für die Entnahme der Bodenluftproben sind in der Anlage 3 enthalten.

2.1.2 Flächige Beprobung der oberen Bodenzone

Am 28.11.2014 erfolgte eine flächige Beprobung der oberen Bodenzone aus zwei Teilflächen. Die Lage der Teilflächen ist in der Anlage 1.2 dargestellt.

Hierbei wurden je Teilfläche mittels 6 bzw. 15 Einstichen je Teilfläche die Bodenhorizonte 0 – 30 cm („Spatentiefe“) beprobt und zu je einer Bodenmischprobe zusammengeführt.

- „MP 1“: Grünstreifen, unmittelbar bei der Teilfläche mit Imprägnierarbeiten
- „MP 2“: nördliche, unbebaute und nicht versiegelte Freifläche

2.2 **Chemisch - analytische Untersuchungen**

Die Auswahl der Parameter erfolgte entsprechend der bekannten Nutzung der Teilflächen und unter Verwendung des Branchenkatalogs der LUBW [8]:

Laboruntersuchungen 1. Schritt:

- leichtflüchtige halogenierten/chlorierte Kohlenwasserstoffe (LHKW/CKW) und leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX, AKW); 5 x Bodenluftproben
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (PCB), Arsen und Schwermetalle, Chrom VI und Fluorid; Bodenproben aus Kleinrammbohrungen und Bodenmischproben

Laboruntersuchungen 2. Schritt:

- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) an der Bodenmischprobe „MP 2“; Chrom VI und Fluorid an Bodenproben

Aufgrund eines stark erhöhten und nicht nachvollziehbaren Messwertes beim Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) in der Bodenmischprobe „MP 2“ aus der nördlichen Freifläche, wurden zwei weitere Laborproben aus dem Probenahmebehälter entnommen und nochmals auf MKW untersucht.

Weiterhin erfolgte ergänzend Untersuchungen auf Chrom VI und Fluorid.

Die Eluatherstellung erfolgte nach DIN 19529 (Schüttelverfahren mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2:1).

Im Bericht werden hinsichtlich der Analytik folgende Abkürzungen verwendet:

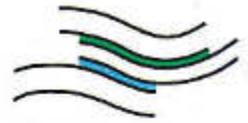


Tabelle 3: Beschreibungen, Definitionen und verwendete Abkürzungen zur Analytik

Abkürzung	Schadstoff
MKW	<ul style="list-style-type: none">- Mineralölkohlenwasserstoffe- „mineralölbürtige“ Kohlenwasserstoffe- Summenparameter (= Bestimmung von Stoffen mit ähnlichen Eigenschaften)- gaschromatographische Bestimmung- Verbindungen mit Retentionszeiten zwischen n-Dekan (C10) und Tetrakontan (C 40)- Messbereich im Siedebereich von 175 – 252 °C- erfasst werden:<ul style="list-style-type: none">❖ (Mitteldestillate) Diesel, Heizöl EL: C 9 bis C 24❖ höhersiedende Öle wie Schmieröle (> C 17), Motorenöle, Getriebeöle, Hydrauliköle, Trafoöle❖ Bitumen (Asphalt)- Benzine/Vergaserkraftstoffe (ca. C 5 bis C 10/C 12) werden zum überwiegenden Teil nicht erfasst
MKW - Index*	<ul style="list-style-type: none">- Mineralölkohlenwasserstoffe- „Kohlenwasserstoffe C 10 bis C 40“- „Kohlenwasserstoff-Index“
MKW - „mobiler Anteil“*	<ul style="list-style-type: none">- Mineralölkohlenwasserstoffe- „Kohlenwasserstoffe C 10 bis C 22“- „mobile“ Kohlenwasserstofffraktion, d.h. erhöhte Verfügbarkeit
kurzkettige KW	<ul style="list-style-type: none">- kurzkettige, leichtflüchtige (Mineralöl-) Kohlenwasserstoffe bzw. kurzkettige Alkane- gaschromatographische Bestimmung- Verbindungen mit Retentionszeiten zwischen n-Pentan (C 5) und Dodekan (C12)<ul style="list-style-type: none">❖ „benzintypische“, aliphatische Kohlenwasserstoffe
BTEX/AKW	<ul style="list-style-type: none">- leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe, einkernige Aromate; hier: „Testbenzreihe“ z.B. in Benzin oder Lacken
LHKW	<ul style="list-style-type: none">- leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe; hier: ausschließlich chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW)- z.B. in Lösungs-, Reinigungs- und Entfettungsmitteln
PAK-16	<ul style="list-style-type: none">- polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe- PAK nach EPA, 16 Einzelstoffe- z. B. in Bitumen, teerhaltiger Asphalt oder sonstige Baustoffe, <u>ölige Holzimprägnierungsmittel</u>, Ruß, Kohle, Asche etc.
PAK-15	<ul style="list-style-type: none">- polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe; PAK nach EPA ohne Naphthalin
B(a)p	<ul style="list-style-type: none">- Benzo(a)pyren; Einzelstoff von PAK
PCB	<ul style="list-style-type: none">- polychlorierte Biphenyle- z. B. in Trafoölen, Hydraulikölen, Farb- und Brandschutzanstrichen, Baustoffen; seit 1976 bzw. 1989 Anwendung verboten
PCB-6	<ul style="list-style-type: none">- polychlorierte Biphenyle, 6 Einzelstoffe nach Ballschmiter

Abkürzung	Schadstoff
keine	- Arsen und Schwermetalle - in Gesteinen und Böden natürlich enthalten - z. B. <u>in „wasserlösliche“ Holzimprägnierungsmitteln</u>
keine	- Chrom-VI - z. B. <u>in „wasserlösliche“ Holzimprägnierungsmitteln</u>
keine	- Fluorid - z. B. <u>in „wasserlösliche“ Holzimprägnierungsmitteln</u>

*: Bezeichnung nach LAG-Mitteilung 35, Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffe in Abfällen

3 Untersuchungsergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die gewonnenen Ergebnisse bei den Probenahmearbeiten und die Laborergebnisse zusammengefasst.

3.1 Vor-Ort-Ergebnisse

Die sensorischen/organoleptischen Prüfungen (Geruch, Verfärbungen, Verdacht auf eine Verunreinigung) an den entnommenen Bodenproben ergaben keine Auffälligkeiten.

3.2 Laborergebnisse

Die ausgewählten Proben wurden im chemischen Labor der WESSLING GmbH, ND Walldorf, analysiert. Das Labor ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 unter der DAR-Registriernummer DAP-PL-14162-01 akkreditiert.

Die ausführlichen Ergebnisse sind in den Laborberichten, Anlage 4, einzusehen.

3.2.1 Messwerte Obere Bodenzone / Wirkungspfade Boden – Mensch / Nutzpflanze

In der nachfolgenden Tabelle werden die Messbefunde zu den flächig entnommenen Mischproben aus der oberen Bodenzone zusammengefasst, den Vorsorgewerten der BBodSchV [5] gegenübergestellt und nach BBodSchV hinsichtlich der Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden - Nutzpflanze bewertet:

Tabelle 4: Messergebnisse, obere Bodenzone, Wirkungspfade Boden-Mensch / Boden-Nutzpflanzen

OBERBODEN/FESTSTOFFWERTE				
Parameter	Einheit	Teilfläche MP1	Teilfläche MP2	Vors.-werte BBodSchV
Arsen	mg/kg	19	9,2	15 ¹⁾
Blei	mg/kg	340	22	70 ²⁾
Cadmium	mg/kg	3,6	<0,4	1 ²⁾
Chrom	mg/kg	330	33	60 ²⁾
Chrom (VI)	mg/kg	<1	<1	---



OBERBODEN/FESTSTOFFWERTE

Parameter	Einheit	Teilfläche MP1	Teilfläche MP2	Vors.-werte BBodSchV
Fluorid	mg/kg	430	330	150 ⁵⁾
Kupfer	mg/kg	89	16	40 ²⁾
Nickel	mg/kg	41	22	50 ²⁾
Quecksilber	mg/kg	0,38	<0,1	0,5 ²⁾
Thallium	mg/kg	<0,4	<0,4	0,7 ¹⁾
Zink	mg/kg	1.700	110	150 ²⁾
MKW-Index	mg/kg	120	6.200 1.800* 2.300*	200 ³⁾
MKW mobiler Anteil	mg/kg	<50	360 120* 130*	100 ³⁾
PAK-16	mg/kg	1	0,08	10 ⁴⁾
B(a)p	mg/kg	<0,10	<0,02	1 ⁴⁾
PCB	mg/kg	<BG	0,026	0,1 ⁴⁾

Beurteilung hinsichtlich der Wirkungspfade Boden-Mensch / Boden-Nutzpflanzen nach BBodSchV

Messwert > „Vorsorgewert“	Messwert > Prüfwert bzw. Messwert > Besorgniswertwert Boden – Nutzpflanze „Nutzgarten“	Messwert > Prüfwert bzw. Messwert > Besorgniswertwert Boden - Mensch „Hausgarten“	fett: Messwert > Z2 nach VwV Boden
---------------------------	---	--	------------------------------------

Vors.-werte: Vorsorgewerte
 —: keine Analyse
 —: kein Vorsorgewert
 <BG: nicht nachweisbar
 *: Nachanalysen

- 1) Z0-Wert für Lehm/Schluff n. VwV Boden
- 2) Vorsorgewert für Lehm/Schluff
- 3) Z0-Wert aus VwV Boden
- 4) Vorsorgewert („organische Stoffe“) für Humusgehalt > 8%
- 5) Hintergrundwert nach VwV Orientierungswerte

3.2.2 Messwerte Bodenluft / Boden-Innenraumluf-Mensch / Wirkungspfad Boden - GW

In der Tabelle 5 werden die Messbefunde zu den vorliegenden Bodenluftuntersuchungen zusammengefasst und dem „Orientierungswert“ nach der VwV „Orientierungswerte“ [6] für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (GW) gegenübergestellt:

Tabelle 5: Messergebnisse Bodenluft

Parameter	Einheit	RKS 1	RKS 2	RKS 5	RKS 6	RKS 9	OW VwV
BTEX	mg/m ³	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	(10)
Benzol	mg/m ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	—
LHKW	mg/m ³	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	10

Beurteilung hinsichtlich Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach VwV „Orientierungswerte“

<i>Schrägschrift</i>	Messwert > 1 mg/m ³
Fettschrift	Messwert > Orientierungswert nach VwV „Orientierungswerte“

OW VwV: Orientierungswert nach der VwV „Orientierungswerte“
 AKW: leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe

LHKW: leichtflüchtige halogenierte/chlorierte Kohlenwasserstoffe
<BG: kleiner Bestimmungsgrenze

3.2.3 Messwerte Boden - Feststoffwerte / Wirkungspfad Boden - Grundwasser

In den folgenden Tabelle 6 und Tabelle 7 werden die Messbefunde zu den vorliegenden Feststoffuntersuchungen zusammengefasst, den Vorsorgewerten der BBodSchV [5] gegenübergestellt und nach VwV Boden [7] bewertet:

Tabelle 6: Messergebnisse Boden - Feststoffwerte

UNTERBODEN/FESTSTOFFWERTE							
Parameter	Einheit	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5	Vors.-werte BBodSchV
		0,15-1,0 m	0,15-1,0 m	0,15-0,6 m	0-0,8 m	0,2-1,0 m	
Arsen	mg/kg	9,2	8,4	11	10	9,8	15 ¹⁾
Blei	mg/kg	13	9,8	14	31	18	70 ²⁾
Cadmium	mg/kg	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1 ²⁾
Chrom	mg/kg	30	23	52	29	34	60 ²⁾
Chrom (VI)	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	---
Fluorid	mg/kg	130	290	350	310	250	150 ⁵⁾
Kupfer	mg/kg	14	13	14	16	16	40 ²⁾
Nickel	mg/kg	25	23	24	17	25	50 ²⁾
Quecksilber	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5 ²⁾
Thallium	mg/kg	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7 ¹⁾
Zink	mg/kg	39	33	40	39	45	150 ²⁾
MKW-Index	mg/kg	<50	<50	<50	150	<50	200 ³⁾
MKW mobiler Anteil	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	100 ³⁾
PAK-16	mg/kg	---	<0,02	---	<0,02	0,43	3 ⁴⁾
B(a)p	mg/kg	---	<BG	---	<BG	0,05	0,3 ⁴⁾
PCB	mg/kg	---	<BG	<BG	---	---	0,05 ⁴⁾

Beurteilung unter Verwendung der Zuordnungswert nach VwV Boden

> Z0 + < Z1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2 (fett)
---------------	-------	-----	--------------

Vors.-werte: Vorsorgewerte

---: keine Analyse

---: kein Vorsorgewert

<BG: kleiner Bestimmungsgrenze

1) Z0-Wert für Lehm/Schluff n. VwV Boden

2) Vorsorgewert für Lehm/Schluff

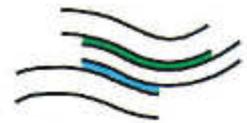
3) Z0-Wert aus VwV Boden

4) Vorsorgewert („organische Stoffe“) für Humusgehalt < 8%

5) Hintergrundwert nach VwV Orientierungswerte

Tabelle 7: Messergebnisse Boden - Feststoffwerte

UNTERBODEN/FESTSTOFFWERTE							
Parameter	Einheit	RKS 6	RKS 7	RKS 7	RKS 8	RKS 9	Vors.-werte BBodSchV
		0,3-1,0 m	0,2-1,0 m	1,0-2,0 m	0,2-1,0 m	0,3-1,0 m	
Arsen	mg/kg	11	12	---	9,3	9,6	15 ¹⁾
Blei	mg/kg	9,9	10	---	8,3	9,4	70 ²⁾
Cadmium	mg/kg	<0,4	<0,4	---	<0,4	<0,4	1 ²⁾



UNTERBODEN/FESTSTOFFWERTE

Parameter	Einheit	RKS 6	RKS 7	RKS 7	RKS 8	RKS 9	Vors.-werte BBodSchV
		0,3-1,0 m	0,2-1,0 m	1,0-2,0 m	0,2-1,0 m	0,3-1,0 m	
Chrom	mg/kg	34	29	---	21	23	60 ²⁾
Chrom (VI)	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	---
Fluorid	mg/kg	370	410	330	310	250	150 ⁵⁾
Kupfer	mg/kg	14	17	---	12	11	40 ²⁾
Nickel	mg/kg	31	36	---	23	24	50 ²⁾
Quecksilber	mg/kg	<0,1	<0,1	---	<0,1	<0,1	0,5 ²⁾
Thallium	mg/kg	<0,4	<0,4	---	<0,4	<0,4	0,7 ¹⁾
Zink	mg/kg	40	44	---	29	32	150 ²⁾
MKW-Index	mg/kg	<50	<50	---	<50	<50	200 ³⁾
MKW mobil- ler Anteil	mg/kg	<50	<50	---	<50	<50	100 ³⁾
PAK-16	mg/kg	---	<BG	---	---	---	3 ⁴⁾
B(a)p	mg/kg	---	<0,02	---	---	---	0,3 ⁴⁾
PCB	mg/kg	---	---	---	---	---	0,05 ⁴⁾

Beurteilung unter Verwendung der Zuordnungswert nach VwV Boden

> Z0 + < Z1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2 (fett)
---------------	-------	-----	--------------

Vors.-werte: Vorsorgewerte
 ---: keine Analyse
 ---: kein Vorsorgewert
 <BG: kleiner Bestimmungsgrenze

- 1) Z0-Wert für Lehm/Schluff n. VwV Boden
- 2) Vorsorgewert für Lehm/Schluff
- 3) Z0-Wert aus VwV Boden
- 4) Vorsorgewert („organische Stoffe“) für Humusgehalt < 8%
- 5) Hintergrundwert nach VwV Orientierungswerte

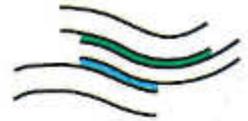
3.2.4 Messwerte Boden - Bodeneluate / Wirkungspfad Boden - Grundwasser

In der Tabelle 8 werden die Messbefunde zu den vorliegenden Bodeneluatuntersuchungen zusammengefasst und den Prüfwerten der BBodSchV [5] für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gegenübergestellt:

Tabelle 8: Messergebnisse, Bodeneluat („Sickerwasser“)

UNTERBODEN/BODENELUTE

Parameter	Einheit	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5	Prüfwerte BBodSchV
		0,15-1,0 m	0,15-1,0 m	0,15-0,6 m	0-0,8 m	0,2-1,0 m	
Chrom (IV)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	8
Fluorid	µg/l	2.000	<200	3.980	2.150	1.350	750
Parameter	Einheit	RKS 6	RKS 7	RKS 7	RKS 8	RKS 9	Prüfwerte BBodSchV
		0,3-1,0 m	0,2-1,0 m	1,0-2,0 m	0,2-1,0 m	0,3-1,0 m	
Chrom (IV)	µg/l	<10	50	<10	<10	<10	8
Fluorid	µg/l	1.340	2.060	240	710	750	750
Parameter	Einheit	MP 1					Prüfwerte BBodSchV
Chrom (IV)	µg/l	---					8
Fluorid	µg/l	600					750



Beurteilung hinsichtlich Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV

Fettschrift Messwert > Prüfwert nach BBodSchV

—: kein Hintergrund- oder Prüfwert
GFS: Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA
TVC: Grenzwert nach Trinkwasserverordnung
<BG: kleiner Bestimmungsgrenze

3.3 Zusammenfassende Darstellung

Im Bereich des **oberirdischen Heizöltanks** (RKS 1) und im Bereich der „**Schlosserarbeiten**“ (RKS 2 und RKS 3) ergaben sich keine Hinweise auf eine Bodenverunreinigung durch Mineralöle etc.

In der oberflächennah entnommenen **Bodenmischprobe MP 1**, welche in unmittelbarer Nähe der Bohrungen RKS 4 und RKS 5 entnommen wurde, wurden erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt. Die Bohrungen RKS 4 und RKS 5 liegen innerhalb der Teilfläche mit Imprägnierarbeiten.

In der oberflächennah entnommenen **Bodenmischprobe MP 2**, welche aus der nördlichen, unbebauten und nicht versiegelten Freifläche entnommen wurde, wurde ein überraschend hoher MKW-Gehalt von rd. 2.000 bis 6.000 mg/kg nachgewiesen.

Die weiteren Messwerte vom Jahr 2014 sind hinsichtlich MKW nicht auffällig. Dagegen wurde bei den Untersuchungen im Jahr 2004 nach [1] ebenfalls ein erhöhter MKW-Gehalt von 1.200 mg/kg festgestellt.

Hinsichtlich einer Verunreinigung durch wasserlösliche Imprägniermittel sind insb. erhöhte Chrom-Gesamt-, Chrom-VI- und Fluorid-Gehalte zu erwarten.

Nach den Tabelle 6 bis Tabelle 8 wurden – bis auf eine Ausnahme – keine erhöhten Chromgehalte im Feststoff und Eluat nachgewiesen.

Die **Fluoridgehalte** im Feststoff liegen bei den Messungen im Jahr 2014 zwischen 250 bis 410 mg/kg (Ausnahme: RKS 1/0,15-1,0 m: 130 mg/kg). Auf den Nachbargrundstücken wurden bei den Untersuchungen im Jahr 2004 rd. 240 bis 310 mg/kg gemessen. Vermutlich liegt der regionale, natürliche Hintergrundwert für Fluorid deutlich über dem Hintergrundwert (H-B) der VwV Orientierungswerte [6] von 150 mg/kg.

Hinsichtlich der Eluierbarkeit (Eluatherstellung nach DIN 19529; Schüttelverfahren mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2:1) ergaben sich bei der Beprobung im Jahr 2014 deutliche Unterschiede:

- Messwertreihe 1: < 200 bis 750 µg/l (< Prüfwert von 750 µg/l)
- Messwertreihe 2: 1.340 bis 3.980 µg/l (>> Prüfwert von 750 µg/l)

Ein direkter Zusammenhang zwischen den Zahlenwerten der Feststoffwerte und den Zahlenwerten der Eluatwerte ist jedoch nicht ablesbar (siehe z.B. Messwerte zu RKS 1 und RKS 2).

Bei der Gesamtbetrachtung der Messwerte hinsichtlich einer **Bodenbelastung durch Imprägniermittel** sind vermutlich die Teilflächen „MP 1“, „Bereich RKS 1 und RKS 3“, „Bereich RKS 4 und RKS 5“ und „Bereich RKS 6 und RKS 7“ betroffen.

Aus umfangreichen Erfahrungen mit anderen Standorten und unter Berücksichtigung der gemessenen Fluorid-Konzentrationen beim Bohrpunkt RKS 7 (0,2 - 1,0 m: 2.060 µg/l Fluorid; 1,0 – 2,0 m: 240 µg/l Fluorid) handelt es sich um eine „oberflächennahe Belastung“.

4 Bewertung und Gefährdungsabschätzung

4.1 Allgemeine Grundlagen

Die Bewertung und Gefährdungsabschätzung erfolgt auf der Grundlage des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) [4] in Verbindung mit der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [5] sowie weiterer gesetzlicher Regelwerke.

Nach BBodSchV ist eine Gefährdungsabschätzung getrennt für die Wirkungspfade Boden-Mensch¹ incl. Pfad Boden-Innenraumluft-Mensch², Boden-Nutzpflanzen³ und Boden-Grundwasser⁴ durchzuführen.

Die Bewertung soll sich auf die derzeitige und die planungsrechtlich zulässige Nutzung bzw. auf die absehbare Nutzungsentwicklung beziehen.

Basis der Bewertung der Bodenuntersuchungen sind die in der BBodSchV Anhang 2 genannten Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte.

Im vorliegenden Fall sind bei einer zukünftigen wohnwirtschaftlichen Nutzungen mit Haus- und Nutzgärten alle Wirkungspfade (ohne Pfad „Gefahren durch Deponiegas“) betroffen.

4.2 Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Bod.-Nutzpflanzen

Zur Beurteilung der gemessenen Feststoffgehalte sind in folgender Tabelle die Vorsorge- und Prüfwerte der BBodSchV wiedergegeben:

4.2.1 Angaben zu Vorsorgewerten und Prüfwerten sowie Orientierungswerten

Im Folgenden werden die Vorsorgewerte, Prüfwerte, Besorgniswerte und Prüfwertvorschläge für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanzen angegeben und kurz definiert.

¹ Direkter Kontakt von Mensch mit Boden: Unterschieden wird zwischen Kinderspielflächen, wohnwirtschaftlicher Nutzung mit Garten, Park- und Freizeitanlagen und Industrie- / Gewerbeflächen.

² Übergang von leichtflüchtigen Schadstoffen wie z.B. AKW und LHKW der Bodenluft in Innen-/Kellerräume. Bei Alt-ablagerungen (ehem. „Müllkippen“) ist auch das Deponiegas insbesondere Methan/CH₄ = Explosionsgefahr und Kohlendioxid/CO₂ = Erstickungsgefahr zu beachten (Pfad „Gefahren durch Deponiegas“).

³ Bei Haus-/Nutzgarten-, Kleingarten- und sonstigen Gartenflächen sowie bei landwirtschaftlicher Nutzung.

⁴ Pfad Boden-Oberflächenwasser ist im Einzelfall ebenfalls bewertungsrelevant.



Tabelle 9: Vorsorge-, Prüf- und Besorgniswerte sowie Prüfwertvorschläge für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanzen in mg/kg

Wirkungspfade	Boden-Mensch				Boden – Nutzpflanzen	
	Vorsorge- werte n. BBodSchV	[Besorgniswerte/ Vorschläge]	Prüfwerte n. BBodSchV und [Prüfwertvorschläge]		[Bes.-werte/ Vorschläge]	Prüfwerte n. BBodSchV und [P-P] ⁷⁾
Nutzungen		Kinderspiel- flächen	Wohngebiet Hausgarten	Kinderspiel- flächen	Wohngebiet Hausgarten	Ackerbau Nutzgarten
Bodenschicht						0 – 30 cm ⁸⁾
Bodenarten	S/L/T					
Arsen	10/15/20 ¹⁾	[25] ⁵⁾	[50] ⁵⁾	25	50	200 (50)
Blei	40/70/100	[100] ⁵⁾	[200] ⁵⁾	200	400	[100] ⁷⁾
Cadmium	0,4/1/1,5	[5] ⁵⁾	[10] ⁵⁾	10 (2)	20 (2)	[1/1,5] ⁷⁾
Chrom, ges.	30/60/100	[40] ⁵⁾	[80] ⁵⁾	200	400	[200] ⁵⁾
Chrom-VI		[25] ⁵⁾	[50] ⁵⁾	[130] ³⁾	[250] ³⁾	
Fluorid	[150] ⁷⁾ H-B			[750] ⁷⁾	[3.750] ⁷⁾	[250] ⁷⁾
Kupfer	20/40/60	[1.000] ⁴⁾	[2.000] ⁴⁾	[3.000] ⁴⁾	[6.000] ⁴⁾	[100] ⁵⁾
Nickel	15/50/70	[70] ⁵⁾	[140] ⁵⁾	70	140	[100] ⁵⁾
Quecksilber	0,1/0,5/1	[2,5] ⁵⁾	[5] ⁵⁾	10	20	5
Thallium	0,4/0,7/1 ¹⁾	[2,5] ⁵⁾	[5] ⁵⁾	[5] ³⁾	[10] ³⁾	[0,5 / 1] ⁷⁾
Zink	60/150/200	[5.000] ⁴⁾	[10.000] ⁴⁾	[10.000] ⁴⁾	[20.000] ⁴⁾	[500] ⁵⁾
MKW	200 ¹⁾	[30] ⁵⁾	[300] ⁵⁾	[100] ⁶⁾	[1.000] ⁶⁾	[400] ⁷⁾
Benzo(a)pyren	0,3/1 ²⁾	[0,5] ⁵⁾	[1] ⁵⁾	2	4	1
PAK-16	3/10 ²⁾					
PCB-6	0,05/0,1 ²⁾	[0,1] ⁵⁾	[0,2] ⁵⁾	0,4	0,8	

Extraktionsverfahren für Schwermetalle und Arsen: Königswasser

Parameter mit Schrägschrift: Gilt für flüchtige Stoffe im Hinblick auf den Expositionspfad „Anreicherung in geschlossenen Räumen“. Es handelt sich um „Orientierende Hinweise auf Prüfwerte“.

- 1) Z0-Werte nach VwV Boden
- 2) Der niedrige Zahlenwert gilt für Unterböden, der höhere Zahlenwert gilt für Ober-/Mutterböden
- 3) Prüfwertvorschlag nach LABO 2008
- 4) Prüfwertvorschlag nach dem Institut für Umweltanalyse 2001, Fundstelle: „Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung“, Sachsen, November 2008
- 5) Prüfwertvorschlag für 0 – 30 cm nach LfULG, Fundstelle: „Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung“, Sachsen, November 2008
- 6) Prüfwertvorschlag nach prof. Möschwitzer, 1999, Fundstelle: „Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung“, Sachsen, November 2008
- 7) Prüfwert Pflanzen (P-P) gemäß der (nicht mehr gültigen) VwV Orientierungswerte; Teile der VwV können in Baden-Württemberg verwendet werden.
- 8) Für größere Beprobungstiefen gelten die 1,5fachen Werte
- G Geruchsschwelle prüfen

Vorsorgewerte nach BBodSchV

Die Vorsorgewerte der BBodSchV sind unter Berücksichtigung ökotoxikologischer Aspekte abgeleitet und grenzen den für alle Wirkungspfade und Bodenverhältnisse geltenden Bereich unbedenklicher Schadstoffkonzentrationen in Böden (sog. „Unbedenklichkeitsbereich“) vom Bereich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung (sog. „Besorgnisbereich“) ab.

Die Vorsorgewerte berücksichtigen den vorsorgenden Schutz der Bodenfunktion bei empfindlichen Nutzungen.

Bei Überschreitung eines Vorsorgewertes liegt i.d.R. die Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung vor.

Prüfwerte nach BBodSchV

Ergeben Untersuchungen eine Prüfwertüberschreitung liegen nach BBodSchV § 3 Abs. 4 in der Regel konkrete Anhaltspunkte vor, die den hinreichenden Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast begründen.

Bei Unterschreitung ist der Verdacht einer Altlast insoweit ausgeräumt, ein Restrisiko bleibt jedoch bestehen.

Neben den in der BBodSchV im Anhang 2 genannten Prüfwerten liegen Prüfwertvorschläge vor, welche jedoch gesetzlich nicht verankert sind. Es handelt sich somit um „Orientierungswerte“.

Besorgniswerte

Besorgniswerte sind nicht gesetzlich verankert und bilden auch kein Niveau ab, bei deren Überschreitung in der Regel von einem hinreichenden Verdacht einer Altlast ausgegangen werden kann. Es handelt sich um „Orientierungswerte“.

Bei Überschreitung eines Besorgniswertes besteht die Besorgnis eines Gefahrenrisikos. Bei Unterschreitung ist jegliches Restrisiko ausgeschlossen.

Fluorid

Für den Parameter Fluorid liegen nach Tabelle 9 werden in der BBodSchV keine Vorsorgewerte genannt und es liegen für die Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanzen keine Prüfwerte vor.

Zur Beurteilung wird ersatzweise der Hintergrundwert H-B und die Prüfwerte der VwV Orientierungswerte [6] herangezogen.

Wie unter 3.3 ausgeführt liegt vermutlich der regionale, natürliche Hintergrundwert für Fluorid deutlich über dem Hintergrundwert (H-B) der VwV Orientierungswerte von 150 mg/kg.

4.2.2 Beurteilung hinsichtlich einer zukünftigen, sensiblen Nutzung

Die Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt mit Boden) erfolgt nach BBodSchV an Proben aus dem Bodenhorizont bis 0,35 m (0 – 10 cm und 10 – 35 cm) und für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanzen bei Nutzgärten an Proben aus dem Bodenhorizont bis 0,6 m (0 – 30 cm und 30 – 60 cm).



Im vorliegenden Fall wurden die Bodenmischproben MP 1 und MP 2 aus dem Bodenhorizont 0 – 30 cm entnommen.

Im ersten Schritt werden die Messwerte zu den entnommenen Bodenmischproben MP 1 und MP 2 gemäß der Tabelle 4 beurteilt. Da die Einzelproben aus den Bohrungen – mit einer Ausnahme - aus dem Bodenhorizont bis max. 1,0 m entnommen wurden, werden zusätzlich die Messwerte gemäß der Tabelle 6 und der Tabelle 7 berücksichtigt.

Im ersten Schritt werden die Messwerte den Vorsorgewerten gegenübergestellt. Bei Unterschreitung der Vorsorgewerte ist eine weitere Beurteilung nicht mehr erforderlich. Wird ein Vorsorgewert überschritten erfolgt eine weitere Beurteilung über die in Kapitel 4.2.1 genannten Prüfwerte oder ersatzweise über die Besorgniswerte.

Nach der Tabelle 4 wurden in der **Bodenmischprobe MP 1** deutlich erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt, welche auf eine Beeinflussung des Bodens durch die gewerbliche Nutzung hinweisen. Bei einigen Parametern wurden auch die Zahlenwerte von Prüfwertvorschlägen oder Besorgniswerten hinsichtlich des Wirkungspfad Boden-Nutzpflanzen überschritten.

In den entnommenen Einzelproben liegen die Messwerte nach der Tabelle 6 und der Tabelle 7 ohne Berücksichtigung von Fluorid unter den Vorsorgewerten.

Beurteilung der Fluoridgehalte

Da – wie oben ausgeführt - für Fluorid von einem regional höheren Hintergrund als 150 mg/kg ausgegangen werden muss, ist eine Beurteilung der vorliegenden Feststoffwerte schwierig.

Von den insg. 12 untersuchten Bodenproben auf Feststoff liegen 9 Fluoridgehalte über dem P-P-Wert (Prüfwert für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanzen nach VwV Orientierungswerte) von 250 mg/kg.

Der P-M-Wert (Prüfwert für den Wirkungspfad Boden-Mensch nach VwV Orientierungswerte für Wohngebiet) von 3.750 mg/kg wird bei allen Proben deutlich unterschritten.

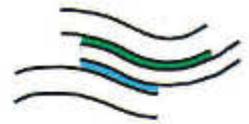
Die weitere Beurteilung erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

Bodenmischprobe MP 2

Die Beurteilung des stark erhöhten MKW-Gehalts in der Bodenmischprobe MP 2 erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

4.3 Wirkungspfad Boden – Mensch, Pfad Boden-Innenraumluft-Mensch

Hinsichtlich leichtflüchtiger Schadstoffen ist der Pfad Boden-Innenraumluft-Mensch (Eindringen von verunreinigter Bodenluft in Innen-/ Kellerräume; „Expositionspfad Anreicherung in geschlossenen Räumen“) zu beachten. Die Beurteilung erfolgt nach den „Orientierenden Hinweisen für flüchtige Stoffe in der Bodenluft“ [9].



Nach der Tabelle 5 ergaben sich in den entnommenen Bodenluftproben keine Hinweise auf BTEX oder LHKW.

4.4 Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Zur Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser sind die Bodenluft-, Feststoff- und Bodeneluatwerte heranzuziehen.

4.4.1 Beurteilung der Bodenluftuntersuchungen

Für die leichtflüchtigen Schadstoffe LHKW und BTEX erfolgt die Bewertung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser neben den Grundwasseranalysen über die gemessenen Bodenluftgehalte. Hierzu werden die Ausführungen unter Kap. 1.3 der VwV Orientierungswerte [6] herangezogen.

Gemäß [6] wird in Baden-Württemberg bei Bodenluftgehalten von größer 10 mg/m^3 LHKW in der Regel von einer Grundwassergefährdung ausgegangen, welche einen weiteren Handlungsbedarf i.S. einer Sanierung bzw. weitergehenden Untersuchungen erforderlich macht. In der gutachterlichen Praxis wird dieser Orientierungswert auch für BTEX herangezogen.

Nach der Tabelle 5 ergaben sich in den entnommenen Bodenluftproben keine Hinweise auf BTEX oder LHKW.

4.4.2 Beurteilung der Bodenuntersuchungen

Hinsicht des Wirkungspfades Boden-Grundwasser sind folgende Messwerte besonders bewertungsrelevant:

- Bodenmischprobe MP 1 erhöhte Schwermetallgehalte im Feststoff
- Bodenmischprobe MP 2 sehr hoher MKW-Gehalt von rd. 2.000 bis 6.000 mg/kg
- keine erhöhten Chromgesamtgehalte im Feststoff und Eluat
- stark erhöhte Chromat-Konzentration (Chrom-VI) im Bodeneluat Probe RKS 7/0,2-1,0 m
- deutliche Prüfwertüberschreitungen (Prüfwert = 750 µg/l) beim Parameter **Fluorid** bei 6 von 11 Proben zwischen 1.340 und 3.980 µg/l ; direkter Zusammenhang zwischen den Feststoffwerten und den Eluatwerten jedoch nicht ablesbar; „oberflächennahe“ Bodenbelastung durch Imprägniermittel wird in den Teilflächen „MP 1“, „RKS 3“, „RKS 4 und RKS 5“ und „RKS 6 und RKS 7“ vermutet.

Verbal-argumentativen Sickerwasserprognose für Fluorid

Unter Verwendung des „Excel-Tool SiWa-SP“ der LUBW zur Durchführung einer verbal-argumentativen Sickerwasserprognose auf dem Kenntnisstand einer orientierenden Untersuchung, ergibt sich unter Vorgabe einer hohen standortspezifischen



Schutzklasse (Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung)⁵, dass ab einer Fluoridkonzentration von > 2.240 µg/l „eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung (hier: Grundwasseroberfläche) zu erwarten“ ist.

Nach Tabelle 8 ist die Bodenprobe RKS 3/0,15-0,6 m mit 3.980 µg/l betroffen.

5 Orientierende Beurteilung von Bodenaushub

Zur Beurteilung von zukünftig anfallendem Bodenaushub ist die in Baden-Württemberg gültige VwV Boden [7] heranzuziehen.

Hinweis:

Die Z0-Werte der VwV Boden entsprechen den Vorsorgewerten der BBodSchV [5] und beschreiben „unbelasteten“ Bodenmaterial.

Die Angaben für anorganische Stoffe erfolgen jeweils getrennt für die Bodenarten Sand, Lehm/Schluff oder Ton. Für Böden mit einem Humusgehalt von > 8% finden diese Vorsorgewerte in der BBodSchV keine Anwendung. Bei Bodengemischen sind die Werte der Bodenart Lehm/Schluff heranzuziehen.

Die Angaben für organische Stoffe erfolgen in der BBodSchV getrennt für Böden mit einem Humusgehalt größer oder kleiner 8%. Die VwV Boden unterscheidet hier nicht, da diese Verordnung nicht für Oberboden (Mutterboden) gültig ist.

Die orientierende, abfalltechnische Beurteilung für zukünftig anfallenden Erdaushub auf der Basis der vorliegenden Laborergebnisse ergibt folgende Einstufungen:

- MP 1: > Z2 wegen Zink (vermutlich auch erhöhte Fluoridkonzentrationen im Eluat)
- MP 2: > Z2 (DK I bis DKII) wegen MKW
- sämtliche Fluoridkonzentrationen > 1.000 µg/l; DK I

Hinsichtlich dieser Beurteilung müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- 1) Die durchgeführten Bodenuntersuchungen erfolgten auf der Grundlage von punktuellen Probenentnahmen aus Kleinrammbohrungen und teilweise aus gezielt entnommenen Mischproben aus der oberen Bodenzone.
- 2) Die chemisch-analytischen Untersuchungen erfolgten auf ausgewählte Parameter und nicht nach der kompletten Parameterliste nach der VwV Boden (z.B. keine Analysen auf Sulfat, Chlorid etc.) und/oder nach der Deponieverordnung (DepV).
- 3) Die Eluatherstellung erfolgte zur Beurteilung der bodenschutzrechtlichen Belange nach DIN 19529 mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2:1 und nicht zur abfalltechnische Beurteilung von Bodenaushub (Vorgabe: Eluatherstellung nach

⁵ mehrere Meter Löß und Lößlehme

dem S4-Verfahren mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 10:1). Dadurch können sich erhebliche Abweichungen ergeben.

Die gewonnenen Daten haben somit lediglich einen orientierenden Charakter und dienen dazu, eine erste Einschätzung über mögliche Belastungen von zukünftig anfallendem Bodenaushub zu erhalten. Dadurch wird ermöglicht, später anfallenden Aushub grob den Einbauklassen zuzuordnen und das Aushubmaterial ggf. entsprechend getrennt zu lagern und zu entsorgen.

Zur abschließenden, abfalltechnischen Einstufung werden Deklarationsanalysen im Rahmen der bautechnischen Überwachung während der Baumaßnahme erforderlich. Die abfallcharakterisierende Probenahme erfolgt nach den Vorgaben der LAGA PN 98 i.d.R. aus Haufwerken.

Hierbei können sich im Einzelfall gegenüber den Untersuchungen aus dem Jahr 2014 gewonnenen Daten und daraus gefolgerten Einstufungen erheblich Abweichungen ergeben.

6 Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise

In der **Bodenmischprobe MP 2** wurde ein überraschend hoher MKW-Gehalt von rd. 2.000 bis 6.000 mg/kg nachgewiesen. Die Entnahme dieser „oberflächennah“ entnommenen Bodenmischprobe erfolgte aus der nördlichen, un bebauten und nicht versiegelten Freifläche. Aufgrund des starken Bewuchses war die Begehbareit und damit die Probenahmebedingung eingeschränkt.

In diesem Bereich soll lediglich Langholz gelagert worden sein. Es handelt sich um eine Gesamtfläche von rd. 300 m².

Der erhöhte MKW-Gehalt in der Bodenmischprobe ist entweder auf eine flächig vorhandene Verunreinigung oder auf einen „hotspot“ (kleine Fläche mit sehr hoher Verunreinigung) zurückzuführen.

Wir schlagen vor die Beprobungsfläche in drei Teilflächen mit je rd. 100 m² aufzuteilen und mittels je 5 Einstichen mit Einstichtiefen von rd. 30 cm zu beproben. Die Laboruntersuchung kann auf MKW beschränkt werden. Falls sich eine „Hotspot-Verunreinigung“ abzeichnet, sollten in einem zweiten Schritt rd. 5 Kleinrammbohrungen mit Bohrtiefen > 2 m abgeteuft werden.

Entsprechend der Vorgehensweise auf den Nachbargrundstücken sollte, im Hinblick auf die geplante sensible Nutzung als Wohnfläche, im Bereich der Teilflächen MP 1“, „Bereich RKS 1 und RKS 3“, „Bereich RKS 4 und RKS 5“ und „Bereich RKS 6 und RKS 7“ ein **Bodenabtrag bis rd. 0,5 m** unter Geländeoberkante durchgeführt werden. In diesen Bereichen ist eine Bodenbelastung durch Imprägniermittel vorhanden.

gez. J. Schön, Dipl.-Geol.

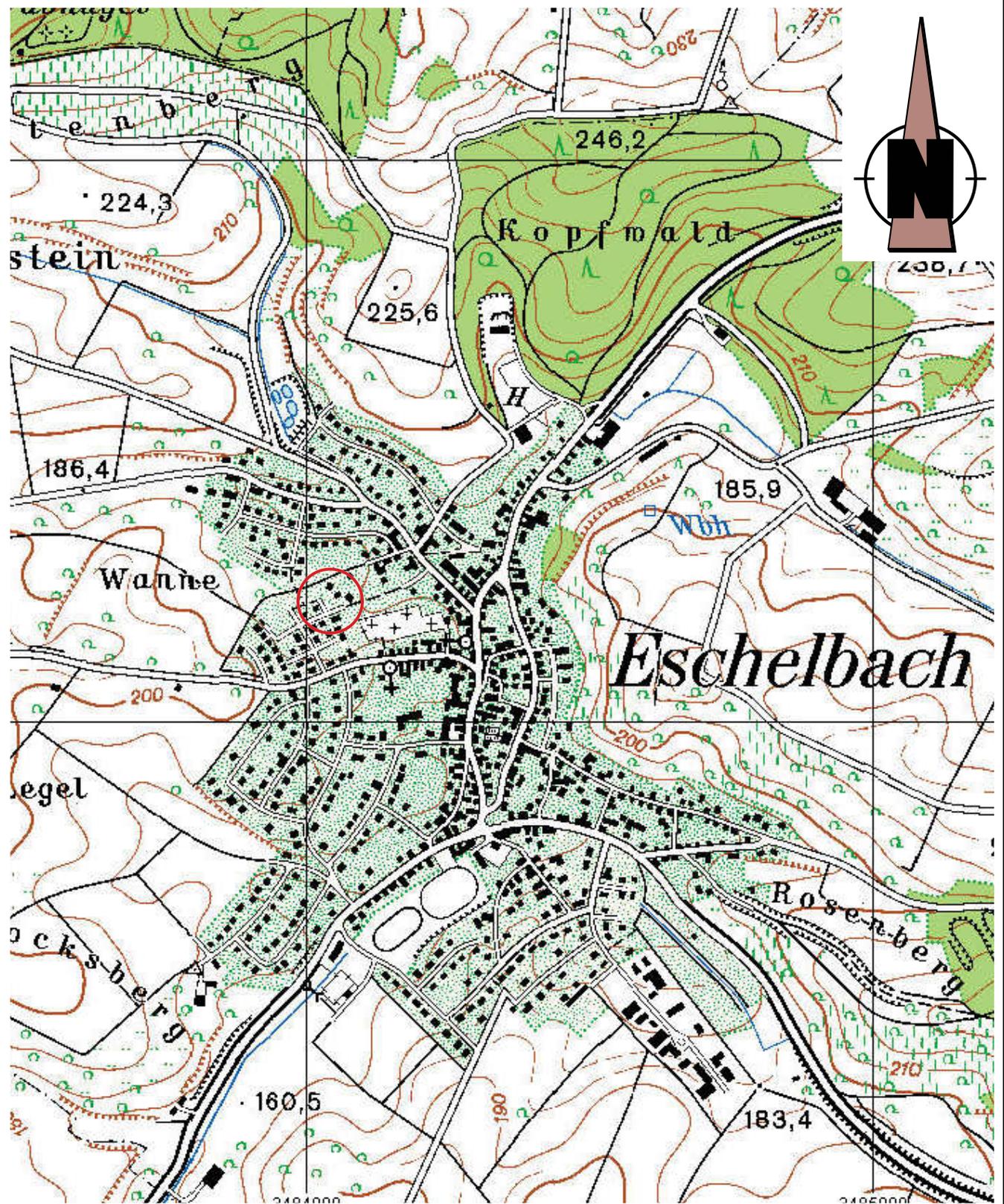
gez.H. Brecht, Dipl.-Geol.

Anlagen

Anlage 1

1.1 Geographische Lage der Untersuchungsfläche

1.2 Lage der Beprobungspunkte



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure



Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

FON: 07261 / 9211 - 0
FAX: 07261 / 9211 - 22

SNH-Eschelbach, Im Kirchgrund, ehem. Zimmerei
- Orientierende Untersuchung -

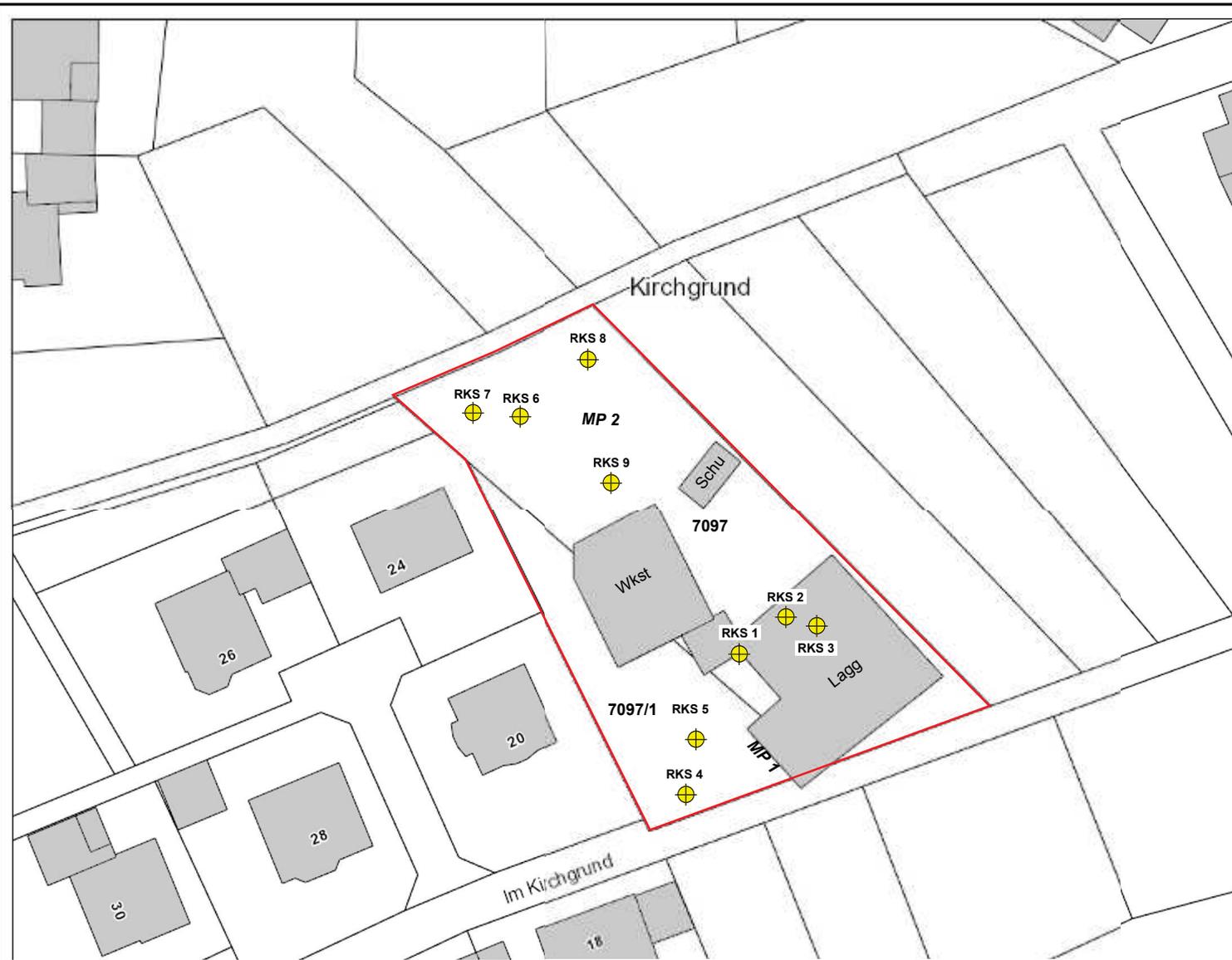
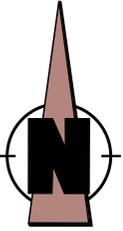
Geographische Lage der Untersuchungsfläche

gezeichnet: Brecht / 12.2015

Anlage-Nr.: **1.1**

Maßstab: 1 : 10.000

Projekt-Nr.: A14961



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure



Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinheim

FON: 07261 / 9211 - 0
FAX: 07261 / 9211 - 22

SNH-Eschelbach, Im Kirchgrund, ehem. Zimmerei
- Orientierende Untersuchung -

Lage der Beprobungspunkte

gezeichnet: Brecht / 01.2015

Anlage-Nr.: **1.2**

Maßstab: 1 : 500

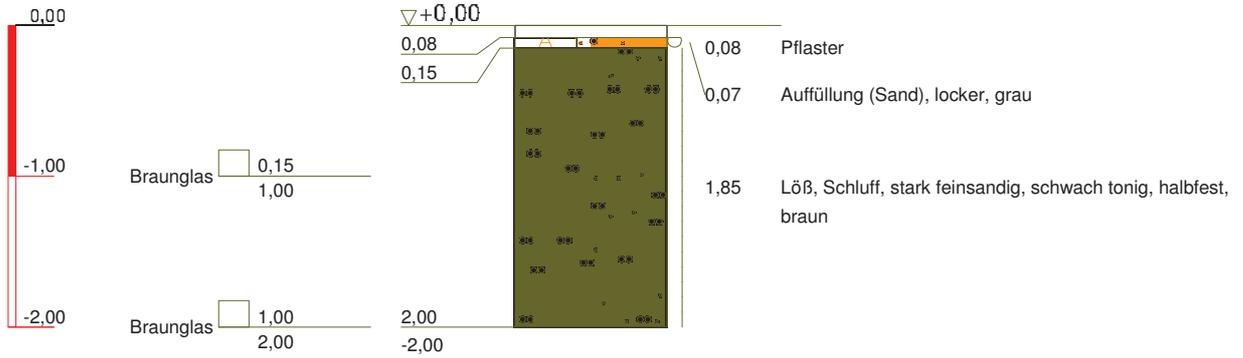
Projekt-Nr.: A14961

Anlage 2

✓ Bohrprofile

RKS 1

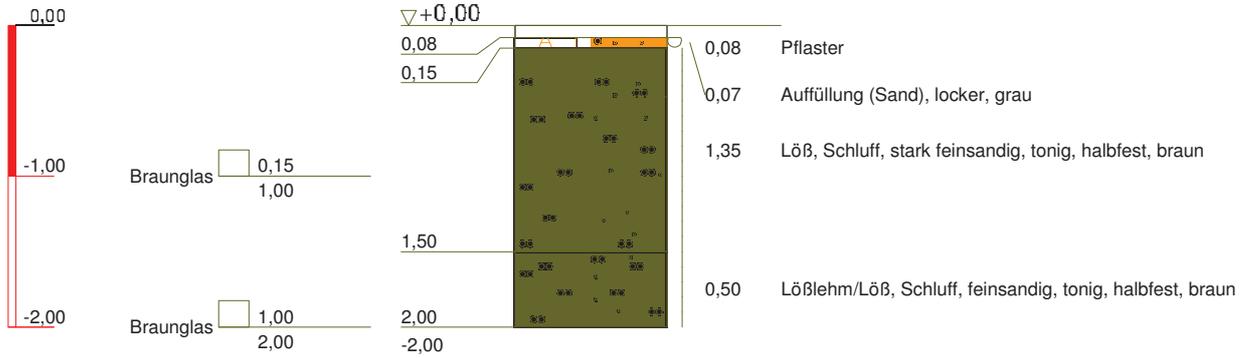
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 2

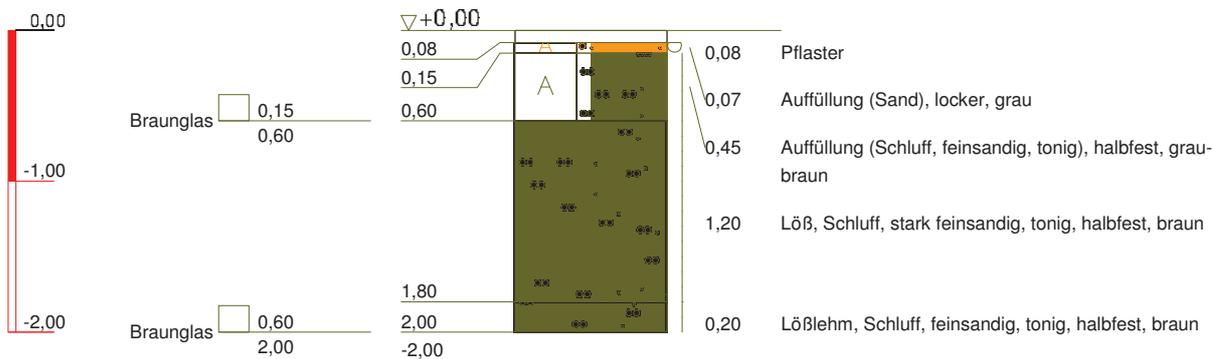
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 3

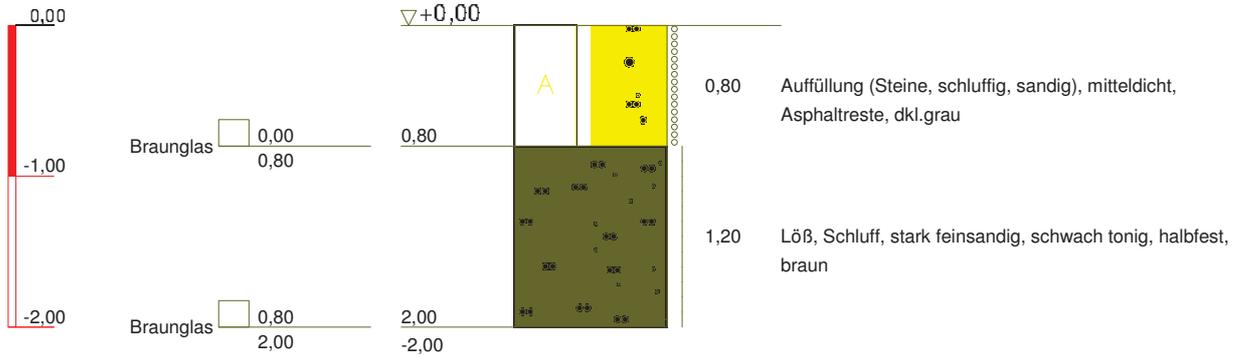
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 4

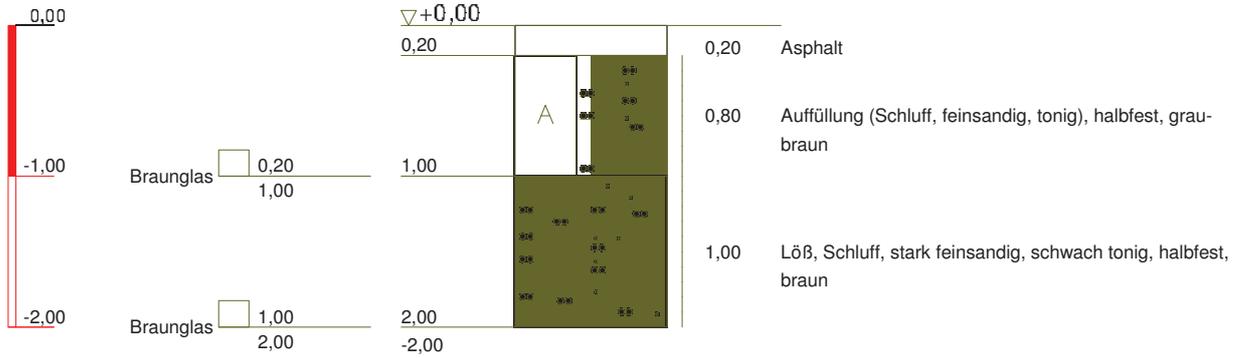
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 5

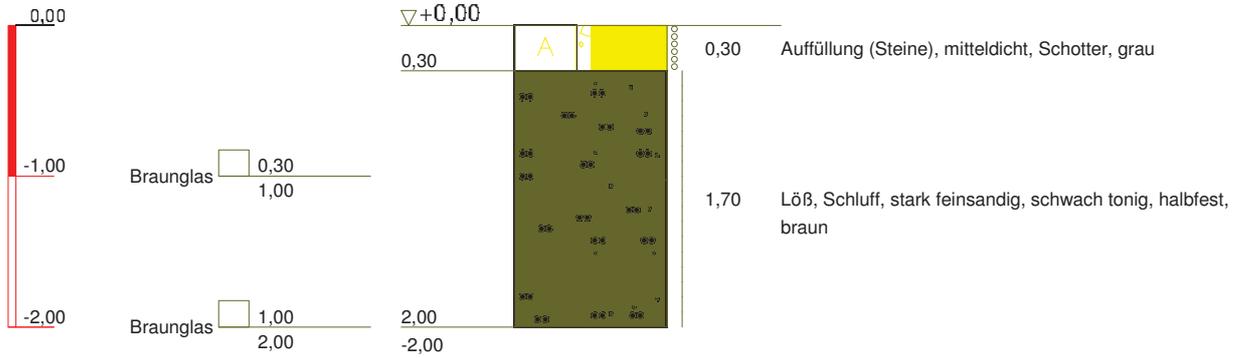
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 6

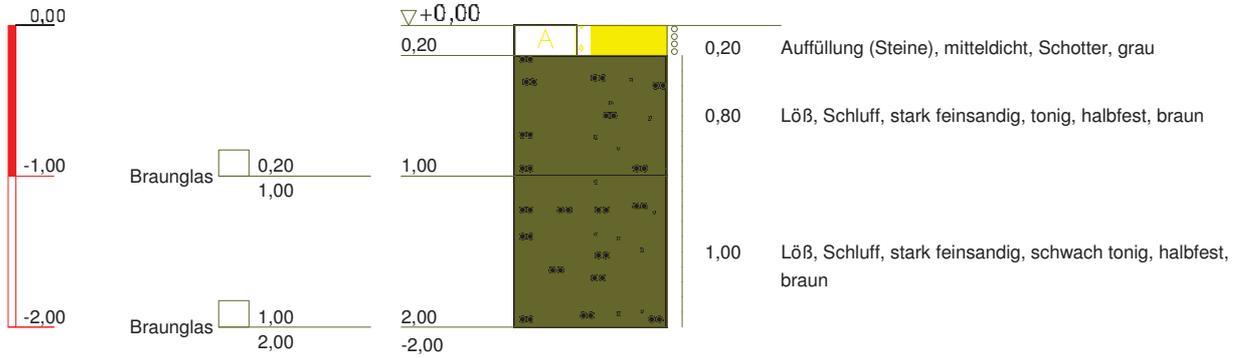
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 7

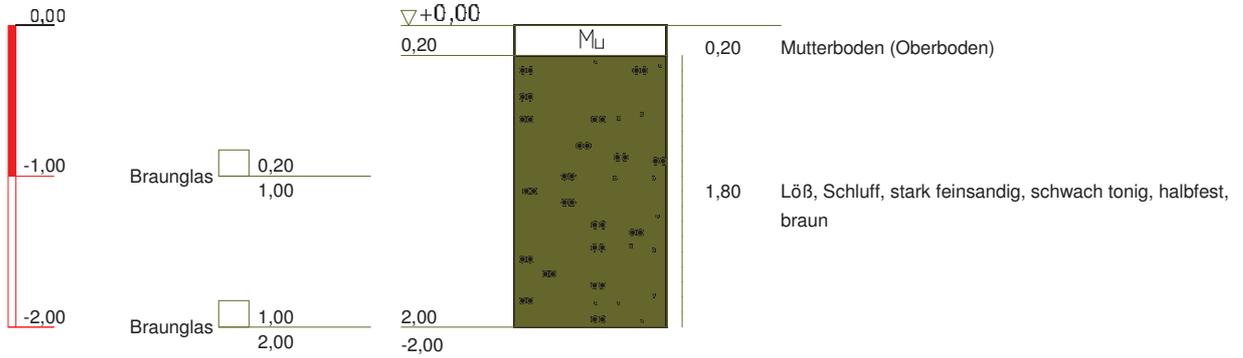
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 8

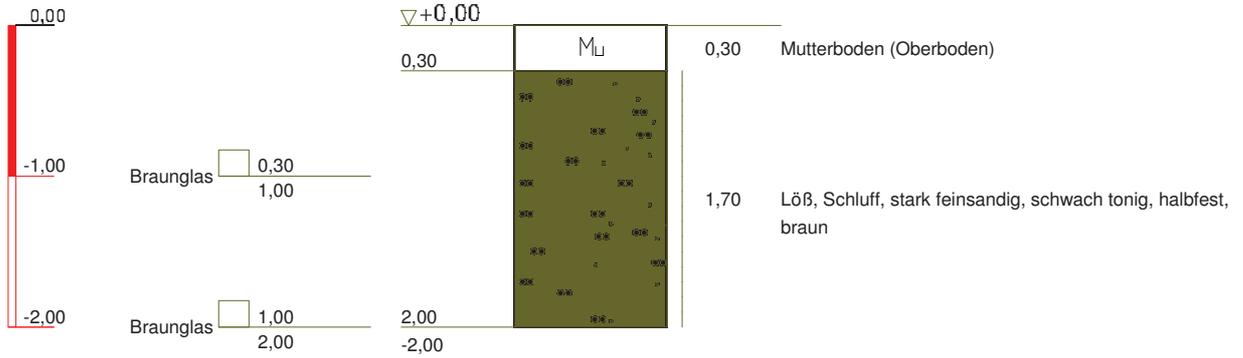
GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

RKS 9

GOK



<p>Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing.</p> <p>Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund Ehem. Zimmerei</p> <p>Planbezeichnung: Schichtenprofile</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: A 14961
		Datum: 28.11.2014
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: H. Brecht

Anlage 3

- ✓ Probenahmeprotokolle, Bodenluft

Probenahmeprotokoll Bodenluft

Varianten nach VDI 3865 Blatt 2:

120620

- | | |
|--|----------|
| 1. Adsorption auf Aktivkohle punktuell/horizontiert/integrierend über Bohrlochlänge | X |
| 2. Adsorption auf Aktivkohle/Messung mit direkt anzeigendem Prüfröhrchen integrierend über Bohrlochlänge | |
| 3. Adsorption auf XAD-4-Harz, diffuser Tiefenbereich | |
| 4. Kleinmengenentnahme am Bohrlochtieferen, punktuell/horizontiert/integrierend über Bohrlochlänge | |
| 5. Direktmessung, punktuell/horizontiert oder integrierend über Bohrlochlänge | |

Probe: **RKS 1**

Projekt: **A 14961: Sinsheim-Eschelbach, im Kirchgrund**

Stadt/Gemeinde: _____ Landkreis: **Rhein-Neckar-Kreis**

Auftraggeber: **Stadt Sinsheim** Auftragnehmer: **Töniges GmbH**

Probenahmedatum: **28.11.2014** Uhrzeit: **9:30 Uhr**

Witterung/Wetterdaten (Druck/Temp./rel. Luftfeuchte): _____

Orientierende Messung:

Qualitative Zusammensetzung:	<input checked="" type="checkbox"/>
Quantitative Größenordnung:	<input checked="" type="checkbox"/>
Örtliche Verteilung:	<input checked="" type="checkbox"/>
Lokalisierung Schadstoffquelle:	<input type="checkbox"/>

Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1/KA5: s. Bohrprotokoll

Probenahmestelle:	Art/Ausführung/Durchmesser:	offenes Bohrloch DN 50
Probenahmeapparatur:	Bohrwerkzeug:	Hydraul. Bohrraube
Abdichtung:	Durchmesser Meßstelle [mm]:	50,0
Dichtigkeitsprüfung:	Ausbautiefe der Meßstelle [m]:	2,0
Durchmesser Bohr-Sonde [mm]:	12	
Sondenteilstücke Länge [m]:	1,2	Anzahl [Stck.]: 1
Totvolumen der Sonde [Liter]:	0,136	
Verhältnis Volumen Sonde/Bohrloch:	28,94	

Entnahmearart: einfach: mehrfach: _____ punktuell: _____

integrierend (von-bis): **0 - 2 m**

horizontiert: _____ Teufen: _____

Entnahmetiefe: _____ m u. ROK **0,8 m** u. GOK Temperatur Boden: _____ °C

Bedingungen konstant während Probenahme: ja/nein: **ja**

Förderstrom:	Liter / min	Hubzahl Balkenpumpe:
Pumpzeit vor Probenahme:	min	
Abgesaugtes Volumen vor der Probenahme:	Liter	
Dauer der Absaugung für Probenahme:	min	
Probenvolumen:	3 Liter	
Gesamtes entnommens Volumen	Liter	

Art der Probensammlung:

Adsorptionsröhrchen: _____ Medium: **Aktivkohle**

Headspace: _____ ml Sonstiges: _____

Direktmessung Prüfröhrchen: _____ Messwert: _____

Direktmessung PID: _____ ppm Messwert: _____

Direktmessung Deponiegase: _____ CO₂: _____ CH₄: _____

O₂: _____ H₂S: _____

Probentransport (Ziel/Bedingungen): **Probentransport dunkel und gekühlt**

Probenlagerung (Ort/Zeitraum/Bedingungen): **keine**

Probenehmer/Qualifikation: **R. Müller, Geotechniker**

Bemerkungen: _____

Probenahmeprotokoll Bodenluft

Varianten nach VDI 3865 Blatt 2:

120620

- | | |
|--|---|
| 1. Adsorption auf Aktivkohle punktuell/horizontiert/integrierend über Bohrlochlänge | X |
| 2. Adsorption auf Aktivkohle/Messung mit direkt anzeigendem Prüfröhrchen integrierend über Bohrlochlänge | |
| 3. Adsorption auf XAD-4-Harz, diffuser Tiefenbereich | |
| 4. Kleinmengentnahme am Bohrlochtiefsten, punktuell/horizontiert/integrierend über Bohrlochlänge | |
| 5. Direktmessung, punktuell/horizontiert oder integrierend über Bohrlochlänge | |

Probe: **RKS 2**
 Projekt: A 14961: Sinsheim-Eschelbach, Im Kirchgrund
 Stadt/Gemeinde: _____ Landkreis: Rhein-Neckar-Kreis
 Auftraggeber: Stadt Sinsheim Auftragnehmer: Töniges GmbH
 Probenahmedatum: 28.11.2014 Uhrzeit: 10:15 Uhr
 Witterung/Wetterdaten (Druck/Temp./rel.Luftfeuchte): _____

Orientierende Messung: Qualitative Zusammensetzung: x
 Quantitative Größenordnung: x
 Örtliche Verteilung: x
 Lokalisierung Schadstoffquelle: _____

Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1/KA5: s. Bohrprotokoll

Probenahmestelle:	Art/Ausführung/Durchmesser:	offenes Bohrloch DN 50
Probenahmeapparatur: SKC Aircheck Sampler	Bohrwerkzeug:	Hydraul. Bohrraupe
Abdichtung: Dichtkegel	Durchmesser Meßstelle [mm]:	50,0
Dichtigkeitsprüfung: dicht	Ausbautiefe der Meßstelle [m]:	2,0
Durchmesser Bolu-Sonde [mm]: 12		
Sondenteilstücke Länge [m]: 1,2	Anzahl [Stck.]:	1
Totvolumen der Sonde [Liter]: 0,136		
Verhältnis Volumen Sonde/Bohrloch: 28,94		

Entnahmearart: einfach: X mehrfach: _____ punktuell: _____
 integrierend (von-bis): 0 - 2 m
 horizontiert: _____ Teufen: _____
 Entnahmetiefe: _____ m u. ROK 0,8 m u. GOK Temperatur Boden: _____ °C
 Bedingungen konstant während Probenahme: ja/nein: ja

Förderstrom:	Liter / min	Hubzahl Balkenpumpe:
Pumpzeit vor Probenahme:	min	
Abgesaugtes Volumen vor der Probenahme:	Liter	
Dauer der Absaugung für Probenahme:	min	
Probenvolumen:	3 Liter	
Gesamtes entnommens Volumen	Liter	

Art der Probensammlung:	Medium: Aktivkohle
Adsorptionsröhrchen:	Sonstiges: _____
Headspace: _____ ml	Messwert: _____
Direktmessung Prüfröhrchen:	Messwert: _____
Direktmessung PID: _____ ppm	CO ₂ : _____ CH ₄ : _____
Direktmessung Deponiegase:	O ₂ : _____ H ₂ S: _____

Probentransport (Ziel/Bedingungen):	Probentransport dunkel und gekühlt
Probenlagerung (Ort/Zeitraum/Bedingungen):	keine
Probenehmer/Qualifikation:	R. Müller, Geotechniker
Bemerkungen:	