

GUTACHTEN

Projekt Nr. A 3091

Projekt: Orientierende Erkundung der Altablagerung
"Ob der Ziegelei 1"
Sinsheim - Reihen

BBP! "Ob. der Ziegelei II"

Lage: TK 25, 6719 Sinsheim
Rechtswert : 3494.500
Hochwert : 5453.680

Auftraggeber: Stadt Sinsheim

Bearbeiter: H. Brecht, Dipl. Geol.

Sinsheim, 08. August 1994

I N H A L T

A Textteil

- 1 Veranlassung
- 2 Ergebnisse der Historischen Erkundung
- 3 Geographische Lage und Nutzung
- 4 Untersuchungsprogramm
 - 4.1 Deponiekörper
 - 4.1.1 Rammkernsondierungen
 - 4.1.2 Probennahme
 - 4.1.3 Vor-Ort Messungen
 - 4.2 Oberboden
- 5 Geologische und hydrogeologische Situation
 - 5.1 Regionale Geologie
 - 5.2 Geologischer Untergrund der ehemaligen Deponie
 - 5.3 Grundwassersituation
- 6 Deponieaufbau und Abmessungen der ehemaligen Deponie
- 7 Analysenergebnisse und Bewertung
 - 7.1 Bewertungsgrundlagen
 - 7.2 Deponiegase und Spurengase / Schutzgut Luft
 - 7.3 Oberboden / Schutzgüter Pflanzen, Boden und "Menschen"
 - 7.4 Boden und Eluat / Schutzgut Grundwasser
 - 7.5 Gesamtbewertung
- 8 Zusammenfassung
- 9 Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise

B Tabellen

- Tab. 1 Höhenangaben der Bohransatzpunkte in m ü. NN;
- Tab. 2 Ergebnisse der Feldmessungen, Deponiegase;
- Tab. 3 Orientierungswerte Boden;
- Tab. 4 Orientierungswerte Eluat.

C Anlagen

- Nr. 1 Geographische Lage der Untersuchungsfläche,
Maßstab 1 : 25 000;
- Nr. 2 Übersichtsplan, Maßstab 1 : 2 500;
- Nr. 3 Lageplan der Rammkernsondierungen,
Maßstab 1 : 500;
- Nr. 4 Geländeschnitt A - A', Maßstab 1 : 500;
- Nr. 5 Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022;
- Nr. 6.1 Probenahmeprotokolle Bodenluft;
- Nr. 6.2 Probenahmeprotokolle; Boden / Abfall;
- Nr. 6.3 Feldprotokolle; PID - Messungen;
- Nr. 7.1 Laborergebnisse Spurengase;
- Nr. 7.2 Laborergebnisse Oberboden;
- Nr. 7.3 Laborergebnisse Boden und Eluat / Bohrgut;
- Nr. 7.4 Analyseverfahren;
- Nr. 8 Ausbauplan der Sickerwassermeßstelle.

1 Veranlassung

Aufgrund des Ergebnisses der Altlastenbewertungskommission wurde für die Altablagerung "Ob der Ziegelhütte 1" nach den geltenden Richtlinien die Durchführung einer Orientierenden Erkundung erforderlich.

Das Ingenieurgeologische Büro Töniges GmbH, Sinsheim, wurde mit der Planung und Durchführung und gutachterliche Auswertung der Arbeiten beauftragt. Vom Auftraggeber wurde ein Flurstücksplan, Maßstab 1 : 500 zur Verfügung gestellt.

Die Planung des Erkundungsprogrammes erfolgte in Absprache mit dem zuständigen Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz, Heidelberg.

2 Ergebnisse der Historischen Erkundung

Die Historische Erkundung* der untersuchten Altablagerung "Ob der Ziegelhütte 1" ergab, daß ab Ende der 40er Jahre bis 1975/76 neben Hausmüll und Sperrmüll (Schrott) überwiegend Ziegelschutt, Bauschutt und Erdaushub deponiert wurde. Es wurde ein Teilstück einer ehem. Lehmgrube der Ziegelei Goos und Doll KG verfüllt. Die Ablagerungsgrenzen sind der Anlage Nr. 3 zu entnehmen. Südlich schließt sich unmittelbar die Altablagerung "Ob der Ziegelhütte 2" an.

* Ingenieurbüro Töniges GmbH, November 1991

Die Untersuchungsfläche befindet sich in der Wasserschutzzone III a des Zweckverbandes Wasserversorgungsgruppe Oberes Elsenztal (Wasserschutzgebiet Nr. 1).

3 Geographische Lage und Nutzung

Die ehemalige Deponie befindet sich am östlichen Ortsrand der Gemeinde Reichen und östlich der Landstraße Steinsfurt / Eppingen (siehe Anlage Nr. 1). Im Bezug zum topographischen Umfeld liegt die ehemalige Deponie im nach Westen geneigten, rechten Talhang des N-S verlaufenden Elsenztales. Die UK Talhang befindet sich etwa 150 m westlich und entlang der Landstraße. Die Elsenz verläuft ca. 300 m westlich.

Folgende Flurstücke wurden in die Untersuchung mit einbezogen:

Tabelle I: Betroffene Flurstücke mit momentaner Nutzung und Eigentümer

Flurstück Nr.	momentane Nutzung	Eigentümer
7038 / 11	Wohnhaus mit Nutzgarten	privat
7038 / 12	Wohnhaus mit Nutzgarten	privat
7838	Wohnhaus mit Nutzgarten	privat
7038/13	Wohnhaus; Halle	privat
9759/1	Ödland; Rasen (RKS 4)	Stadt
9759	Vereinsheim mit asph. Park- platz und Rasen	Stadt
9760	Gärtnerei	privat
9762	Obstgarten, Nutzgarten	privat

Ein Teil der noch nicht bebauten Grundstücke soll zur Wohnbebauung frei gegeben werden.

4 Untersuchungsprogramm

4.1 Deponiekörper

4.1.1 Rammkernsondierungen

Vom 10. bis 24.11.1993 wurden in einem ersten Erkundungsschritt insgesamt 14 Rammkernsondierungen (ϕ 50 mm) zwischen 0,6 und 5 m u. G. abgeteuft. Die Sondierarbeiten wurden mit einem elektrogetriebene Bohrhämmer durchgeführt. Bei den Bohrungen RKS 3, 4, 5 (?), 5/2 (?), 6, 7, 8(?) und 12 wurde jeweils die Deponiebasis zwischen 2 und 4, 8 m u. G. angetroffen. Gebohrt wurde jeweils bis zur technisch möglichen Endteufe (Bohrhindernis) bzw. beim Erreichen der Deponiebasis. Im Rahmen eines zweiten Erkundungsschrittes wurden nach Rücksprache mit den zuständigen Behörden 6 weitere Rammkernsondierungen (RKS 13 bis 18; 3,0 bis 9,5 m u.G.) insbesondere auf dem Flurstück Nr. 9762 niedergebracht. Hier wurde die Deponiebasis vermutlich bei rd. 7,0 m u. G. (RKS 15) erreicht.

Desweiteren wurde in unmittelbarer Nähe der Sondierung RKS 13, eine 4 m tiefe 2"-Sickerwassermeßstelle (RKS 13/1) errichtet. Eine Beprobung war jedoch nicht möglich, da im Beprobungs- und Untersuchungszeitraum kein Sickerwasser auftrat.

Das Bohrgut wurde organoleptisch durchmustert und Bohrprofile nach DIN 4022 aufgenommen sowie Schichtenverzeichnisse angefertigt (Anlage Nr. 5).

Nach Beendigung der Erkundungsarbeiten wurden sämtliche Bohransatzpunkte nach Lage und Höhe eingemessen (Tabelle 1). Als Kartengrundlage stand ein neu erstellter Plan im Maßstab 1 : 500 zur Verfügung.

4.1.2 Probennahme

Aus dem Bohrgut wurden aus organoleptisch auffälligen Horizonten **Bodenmischproben** entnommen und in 750 ml Gläser überführt.

Nach der Herstellung der Bohröffnungen wurden mittels Sonde und DRÄGER-Handpumpe **Bodenluftproben** (Aktivkohleröhrchen Typ B, Anreicherungsvolumen 3 Liter) entnommen. Vor der eigentlichen Probennahme wurde das Bohrloch mittels Dichtungskegel (Sonde) abgedichtet und mit der DRÄGER-Handpumpe das Bodengas im Bohrloch ausgetauscht (Probennahmeprotokolle, Anlage Nr. 6).

Sämtliche Proben wurden gekühlt an das chemische Labor IBL, Heidelberg, überstellt.

4.1.3 Vor-Ort Messungen

4.1.3.1 PID - Messungen

Neben der organoleptischen Ansprache wurde bei den Sondierarbeiten ein Photo-Ionisations-Detektor (PID) zum Aufspüren von organischen Stoffen insbesondere von BTX - Aromaten und CKW verwendet. Es wurde ein Meßgerät der Firma HNU Systems, Typ DL 101 - 4 mit einer 10,2 eV - Lampe eingesetzt. Methan sowie die Hauptkomponenten der Luft (O₂, N₂, CO₂ und Edelgase) werden nicht detektiert.

Zum einen war in der Kombination mit einem Ex-Schutzgerät von DRÄGER ein ausreichender Arbeitsschutz gewährleistet, zum anderen konnten die Laborkosten bezüglich der Analyse auf CKW und BTX an Bodenluftproben reduziert werden.

4.1.3.2 Deponiegasmessungen

Es wurden im November 1993 (RKS 1 - 12) und Juni 1994 (RKS 13 - 18) an den hergestellten Bohrlöchern vor Ort Deponiegasmessungen durchgeführt. Die Messungen auf die Parameter CH₄ (Methan) und CO₂ (Kohlendioxid) erfolgte mittels Infrarot-Detektor. Die Sauerstoffbestimmung wurde elektrochemisch durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 aufgelistet.

4.2 Oberboden

Bei den Sondierarbeiten wurden am 23.11.1994 im Bereich des Gartengeländes mit der Flurstück - Nr. 7038/12 in der RKS 8 zwischen 0,3 und 0,5 m u. G. **Schlacke** angetroffen. Der Sondieransatzpunkt befindet sich auf der Rasenfläche. Nach Rücksprache mit dem Gesundheitsamt sollte im Bereich des Nutzgartens (Gemüseanbau) eine Bodenprobe bis 0,5 m u. G. entnommen und laboranalytische Untersuchungen auf Schwermetalle und ein GC - MS - Screening durchgeführt werden. Nachdem an mehreren Stellen im Bereich des **Nutzgartens** bis ca. 0,5 m u. G. **kein auffälliges Bodenmaterial** angetroffen wurde, wurde in unmittelbarer Nähe des Sondieransatzpunktes RKS 8 eine Bodenprobe in Anlehnung an die Verwaltungsvorschrift "VwV Bodenproben" entnommen (Anlage Nr. 7.2, "Garten").

Desweiteren wurde nach Vorlage des Untersuchungsergebnisses, im Rahmen der zweiten Bohrkampagne im Juni 1994 zur Analyse auf Cadmium im Feststoff, eine weitere Probe im Umfeld der Sondierung RKS 8 entnommen. Auch im näheren Umfeld dieser Sondierung wurde an einigen Stellen kein Schlackenmaterial angetroffen.

5 Geologische und hydrogeologische Situation

5.1 Regionale Geologie

5.1.1 Das unmittelbare Umfeld der Untersuchungsfläche wird der Felsuntergrund von den Gesteinsschichten des Oberen Muschelkalkes (mo) gebildet. Die nach Westen zur Elsenz tal einfallenden Talhänge weisen eine z. g. T. geschlossene Deckschicht aus Löß und Lößlehm auf. Die Mächtigkeit der Lößdeckung schwankt je nach morphologischer Lage zwischen 0 und mehr als 8 m (siehe Hydrogeologisches Gutachten "Gewerbegebiet Sinsheim - Reihen", welches sich nördlich anschließt (Ingenieurbüro Töniges GmbH vom Dezember 1993)).

5.1.2 Der **Obere Muschelkalk (mo)** besteht aus massiven stark klüftigen und gebankten Kalk- und Dolomitbanken, in die insbesondere in den "nodulus" - Schichten, häufig geringmächtige Tonstein- und Tonmergelsteinlagen eingeschaltet sind.

Am **Übergangsbereich** zu der hangenden Lössen wird ein steiniger tonig-feinsandiger Schluff (umgelagerter Löß / Verwitterungsboden (mo)) mit einer relativ geringen Mächtigkeit von rd. 0,3 bis 0,5 m angetroffen.

Die quartären **Löß und Lößlehme** bestehen aus tonig-feinsandigen Schluffen.

5.2 Geologischer Untergrund der ehem. Deponie

Wie unter Kapitel 2 beschrieben, wurde eine ehem. Lehmgrube verfüllt. In den früheren Jahren wurden die bindigen Lockerböden (Löß / Lößlehm) abgebaut. Es kann somit davon ausgegangen werden, daß der Lößabbau auf einer großen Fläche bis zum steinigen Verwitterungsboden des Festgesteines erfolgte. Dementsprechend wurde dieser Verwitterungsboden bei den Sondierarbeiten als **Deponiebasis** meistens angetroffen.

5.3 Grundwassersituation

Bei den Sondierarbeiten wurden bis zur Deponiebasis keine Bodenschichtwässer (Stauwasser) angetroffen. Es ist jedoch zu erwarten, daß periodisch Bodenwasser aus den sich bergseitig anschließenden Lössen in den Deponiekörper zusickert.

Der großflächige Kluftgrundwasserspiegel in den Kalkgesteinen des Muschelkalkaquifers (Kluftgrundwasserleiter) liegt vermutlich > 15 m unter der Geländeoberkante (rd. 170 m ü.NN). Damit beträgt der Abstand zwischen der Deponiebasis zur Grundwasseroberfläche mit Sicherheit zwischen > 10 und 25 m je nach topographischer Höhenlage und Abbautiefe bzw. Auffüllmächtigkeit.

6 Deponieaufbau und Abmessungen der ehemaligen Deponie

- 6.1 Die Ablagerungsgrenzen sind in der Anlage Nr. 3 eingezeichnet. Insgesamt ergibt sich aufgrund der Bohrerergebnisse und intensiven Personenbefragungen, bezüglich der Auffüllmächtigkeit und des Ablagerungsgutes ein recht komplexes Bild.
- 6.2 Entsprechend dem beigegeführten Plan und Schnitt durch die ehem. Deponie sind morphologisch drei Höhenlagen mit Sprunghöhen von 5 bis 8 m vorhanden (gesamte Höhendifferenz > 15 m). Desweiteren muß von einem unebenen Ausgangsgelände d. h. ehem. Grubensohle ausgegangen werden.
- Auf Teilbereich des Untersuchungsgeländes war keine Grube angelegt und andere Teilflächen wurden lediglich im Zuge von Baumaßnahmen geringfügig aufgefüllt.
- 6.3 Bezüglich des Ablagerungsgutes und Auffüllmächtigkeiten können mehrere Teilflächen unterschieden werden, wobei die Unterscheidung auf der Grundlage der Bohrerergebnisse und ergänzend der Personenbefragung vorgenommen wird. Die Teilflächen mit erhöhten Hausmüllanteilen sind in der Anlage 3 gesondert eingezeichnet, wobei die jeweiligen Grenzen nicht als absolut zu sehen sind.
- 6.4 Zur besseren Übersicht wurde die folgende Tabelle erstellt:

Tabelle II: Abgrenzung in Teilflächen bezüglich Ablagerungsgut und / oder Auffüllmächtigkeiten

Nr.	Teilfläche	RKS ¹	Ablagerungsgut	M ²	m ü. NN
1	9759/1	1, 2, 2/2, 3	lt. Pers.-befr. nur NE Fläche ev. mit HM ³ RKS: unauff.	≥ 5 m (?) (RKS 3)	~ 193 - 194
2	9759 (Parkpl./Reservistenheim)	14	lt. Pers.-befr. mit HM RKS 14 rel. unauff.	≥ 5,8 (?)	~ 194 - 195
3	9759 (Reservistenheim)	11, 12 und 9, 10	lt. Pers.-befr. kein HM RKS 11/12: unauff. RKS 9/10: unauff.	RKS 11 = 0 m RKS 12 = 2 m RKS 10 = ? RKS 9 > 2,4 m	~ 194 - 195
4	9762	13, 15 -18	lt. Pers.-befr. im nördl. Bereich mit HM RKS z. T. auffällig	Bereich 15 - 18: ≥ 7 m (?) (RKS 15) Bereich 13: ≥ 4 m	~ 202 - 205 ~ 198
5	7038/11 7038/12	4, 5, 5/2, 7, 8	lt. Pers.-befr. z. T. mit HM RKS 4, 7: unauff. RKS 5,8: auff.	3 - 4 m	~ 186 - 188
6	7838 7038/13	6 -	lt. Pers.-befr. nicht bis wenig verfüllt RKS 6 : unauff.	~ 2,5	~ 187 / 188
-	7835 7836	- -	lt. Pers.-befr. südl. Teilfl. geingf. mit BSIE verfüllt (von Eigentümer)	1 - 2 m (?)	~ 185/186

- 1 RKS: Rammkernsondierungen;
2 M: Auffüllmächtigkeit, z. T. vermutet;
3 HM: mit Hausmüll bzw. hausmüllähnlichen Stoff;
4 "unauffällig": nach organoleptischen Eindruck unauffälliges Material (= Bauschutt, Erdaushub, Ziegelschutt)
5 "auffällig": nach organolept. Eindruck auffälliges Material z. B. Schlacke, Plastik,... (= Hausmüllanteile)

6.5 Anhand der obigen Tabelle müssen die Flurstücke 7038/11, 7038/12 und 9759 (Parkplatzfläche) und der nördl. Bereich von 9762 bezüglich der Altlastenrelevanz gegenüber der Restfläche höher eingestuft werden. Hier wurde neben Bauschutt, Erdaushub und Ziegelbruch auch Hausmüll abgelagert.

6.6 Insgesamt wurde ein **hoher Anteil an Ziegelbruch** deponiert. Desweiteren wurde neben Erdaushub auch Bauschutt / Straßenaushub (Beton, Kies, Asphalt, Kalksteinbruchstück, Glas, Metall, Holz) in erheblichen Mengen abgelagert.

Hausmüll i. e. S. wurde bei den Sondierarbeiten lediglich als "Beimengung" angetroffen. Als "organoleptisch auffällige" Beimengungen sind Schlacke, Asche, Plastik, Kabelreste u. a. m. zu nennen.

6.7 Die Abmessungen der Gesamtablagerungsfläche werden wie folgt beziffert:

Nord - Süd - Erstreckung ca. 60 bis 120 m

West - Ost - Erstreckung ca. 120 bis 200 m.

Daraus ergibt sich eine Gesamtfläche von rd. 1,85 ha, einschl. den Böschungen. Die o. g. Flurstücke unter Pkt. 6.5 umfassen eine Fläche von rd. 0,5 bis 0,6 ha.

- 6.8 Das gesamte Ablagerungsvolumen wird auf ca. 65 000 bis 70 000 m³ geschätzt, hiervon entfallen auf die o. g. Flächen unter Punkt 6.5 rd. 26 000 bis 28 000 m³. Bei einem geschätzten Hausmüllanteil insgesamt zwischen 5 bis max. 30 % ergeben sich max. 8 000 bis 10 000 m³ Hausmüllanteile.

7 Analysenergebnisse und Bewertung

7.1 Bewertungsgrundlagen und Analyseverfahren

Als **Bewertungsgrundlage** wird die Verwaltungsvorschrift "Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen (Erlaß des Sozial- und Umweltministeriums vom 16.09.1993; **VwV "Orientierungswerte"**) und die dritte Verwaltungsvorschrift zum Bodenschutzgesetz "VwV Anorganische Schadstoffe" vom 24.08.1993 benutzt.

Für die Beurteilung der **Deponiegase** wird der "Leitfaden Deponiegas" (Handbuch Altlasten der LfU Baden - Württemberg, Band 10) herangezogen.

Folgende Schutzgüter sind zu berücksichtigen:

- Grundwasser und Grundwassernutzung (H-W, P-W);
- Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen (P-M; insb. Gartenarbeiten, Kleinkinder);
- Boden, Schutzgut Pflanzen (P - P);
- Luft (Atmosphäre, Raumluft).

Es sind gemäß der Tabelle 3 ("Orientierungswerte Boden") für den Oberboden die sog. **Hintergrundwerte (H - B)** und **Prüfwerte P - P und P - M** anzuwenden. Entsprechend gelten für die Bewertung des "Bodeneluates" ("durch Sicker- oder Grundwasser eluierbarer Anteil der Schadstoffe des Ablagerungsgutes") die **H - W Werte** (Hintergrundbelastung) und Prüfwerte (**P - W**). Nähere Erläuterungen hierzu finden sich unter Tabelle 3 und 4.

7.2 Bodenluft

7.2.1 Deponiegase

Methangas und Kohlendioxid entstehen durch mikrobielle Umsetzung von organischem Material (z. B. Hausmüll, Klärschlamm) in inerte mineralische Stoffe. Sie sind somit ein Index für Abbauvorgänge innerhalb eines Müllkörpers. Der o. g. "Leitfaden Deponiegas" beschreibt unterschiedlich zeitliche Phasen des Deponiestadiums auf der Basis der Deponiegaszusammensetzung.

Die Vor-Ort-Messungen zeigten folgende Deponiegaszusammensetzungen (siehe Tabelle 2, Anhang):

Tabelle III: Deponiegaszusammensetzung

Sauerstoff (O ₂)	(9,9) 14,7 - 20,8
Kohlendioxid (CO ₂)	0 - 4,2 (11,5)
Methan (CH ₄)	0 - 2,1

* Angaben in Vol. - %

Nach den vorliegenden Feldmessungen befindet sich die Altablagerung in der sog. "Luftphase" (Phase VI; Endstadium einer Deponie bezüglich der Deponiegasproduktion) bzw. in der Übergangsphase von der "Kohlendioxid-phase" (Phase V) zur Phase VI.

Eine Zuordnung der Deponiegaszusammensetzung und dem Hausmüllanteil innerhalb der Deponiekörpers ist nur begrenzt möglich.

Ab der Phase IV ($O_2 \approx 5$ Vol. - %; $CO_2 \approx 30$ Vol. - %; $CH_4 \approx 20$ Vol. - %) findet laut Leitfaden Deponiegas in der Regel **keine Emissionen in dem Luftraum** mehr statt.

7.2.2 Spurengase

Die Ergebnisse der PID-Feldmessungen und Laboruntersuchungen sind in der Anlage 6.4 und 7.1 aufgelistet. Die Vor-Ort-Messungen erbrachten bzgl. den erfaßten Stoffgruppen keine Hinweise auf eine Verunreinigung des Bodengases.

Bei den Laboruntersuchungen auf leichtflüchtige chlorierte und (mono-) aromatische Kohlenwasserstoffe (**CKW / BTX**) der Proben RKS 13 - 18 und RKS 1, 5/2, 8 lagen die CKW - Gehalte mit Ausnahme der **Probe 5/2 (1,2 mg/m³)** unterhalb den Nachweisgrenzen von 0,2 bzw. 0,5 mg/m³. Daneben wurden an vier Proben Spuren von Toluol, Ethylbenzol und Xylol nachgewiesen.

7.2.3 Gesamtbewertung Bodenluft

Aufgrund der momentanen Nutzung sind die **Schutzgüter Raumlufte** (Gebäude) und **Atmosphäre** (z. B. Kleingärten) betroffen. Nach den vorliegenden Ergebnissen kann davon ausgegangen werden, daß **keine aktuelle Gefährdung für das Schutzgut Luft** vorliegt, da sich bei den Messungen keine Hinweise auf erhöhte Gehalte an CH₄, CO₂ und CKW / BTX ergaben. Weitere Erkundungen oder Nutzungseinschränkungen sind nicht notwendig.

7.3 Oberboden / Schutzgüter Pflanzen, Boden und "Menschen"

Aufgrund der Nutzung des Untersuchungsgebietes sind die Schutzgüter Pflanzen / Boden und "Menschen auf kontaminierten Flächen" insbesondere auf den Flurstücken 7038/11, 7038/12, 7838, 9760 und 9762 gemäß der Tabelle I betroffen. Nach Durchführung der Sondierarbeiten wurde gemäß den Ausführungen unter Kapitel 4.2 weitere Erkundungsmaßnahmen auf den Flurstück - Nr. 7038/12 im Bereich RKS 8 notwendig.

Bei den anderen Flurstücken waren keine weiteren Untersuchungen des Oberbodens notwendig, da jeweils eine ausreichend mächtige bindige Deckschicht vorhanden ist.

Die Laborergebnisse sind in der Anlage 7.2 wiedergegeben. Bei der Erstanalyse (EDV - Nr. 93 1008 - 2) wurde eine **Cadmiumkonzentration** von 8,4 mg/kg nachgewiesen. Die weiteren Schwermetallgehalte lagen im Bereich der gemäß VwV anorganische Schadstoffe ermittelten Hintergrundwerten, die GC - MS - Auswertung erbrachten keine auswertbaren Signale für organische Stoffe.

Tabelle IV: Cadmiumgehalte der Bodenproben aus Oberboden / Garten

	mg/kg TS
Bodenprobe 1 (Garten I)	8,4
Bodenprobe 2 (Garten II)	< 0,3
Hintergrundwert (H)	0,3
Prüfwert, Pflanzen (P - P)	1,5
Prüfwert für "Siedlungsflächen" (Gartenarbeit) (P - M2)	15

Nach Vorlage des zweiten Untersuchungsergebnisses (Probe Garten II) und der Tatsache, daß das angetroffene Schlackenmaterial nur lokal in der oberen Bodenzone angetroffen wurde (siehe Kap. 4.2), ist aus gutachterliche Sicht keine weiteren Erkundungsschritte bezüglich dem betroffenen Grundstück (Schutzgut Pflanzen) notwendig.

Aus **Vorsorgegründen** sollten jedoch von Seiten der zuständigen Behörden **Handlungsempfehlungen** an die Grundstückseigentümer des Flurstücke Nr. 7038/12 und der betroffenen umliegende Eigentümer ausgesprochen werden.

7.4 Boden und Eluat / Schutzgut Grundwasser

Zur Abschätzung einer Grundwassergefährdung durch Deponiesickerwässer wurden als Ersatz für Sickerwasserproben von mehreren Bodenproben laboranalytische Untersuchungen am Feststoff und Eluat durchgeführt. Die Analysenergebnisse sind in der Anlage Nr. 7.3 aufgelistet.

Aufgrund der erhöhten Eluatgehalte an Nickel und Zink und insbesondere dem **AOX - Gehalt** in der Probe **RKS 15 (5- 7 m)**, wurde eine weitere Untersuchung auf diese Parameter an der Probe **RKS 15 (3,5 - 5 m)** zum Vergleich veranlaßt. Desweiteren wurden zur Anpassung an die neu bestehenden Orientierungswerte ("VwV Orientierungswerte"), Nachuntersuchungen an den Proben RKS 5 (2 - 3 m) und RKS 8 (0,3 - 2,4 m) zur Senkung der Nachweisgrenzen durchgeführt (EDV - Nr. 941214, Eluate). Insgesamt wurde angestrebt, jeweils eine möglichst niedrige jedoch noch repräsentative Nachweisgrenze zu erreichen.

7.4.1 Anorganische Schadstoffe

Die laboranalytische Untersuchungen auf **Schwermetalle nach KVO** (Cadmium (Cd), Chrom.ges. (Cr), Kupfer (Cu), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni), Blei (Pb), Zink (Zn)) am **Feststoff** an den Proben RKS 8 (0,3 - 2,4 m) und RKS 5 (2 - 3 m) erbrachten folgende Ergebnisse:

Tabelle V: Laborergebnisse der Feststoffanalysen auf Schwermetalle

	Cp [mg/kg]	H - B [mg/kg]
Cd	< 0,5 + 3,9 *	0,2 - 1
Cr. ges.	370 * + 22	20 - 90
Cu	100 * + 32	10 - 60
Hg	< 0,5 + 2,1 *	0,05 - 0,2
Ni	30 + 14	15 - 100
Pb	24 + 42	25 - 55
Zn	140 + 150	35 - 150

Cp: Konzentrationsangaben der Proben RKS 5 und RKS 8

H - B: Hintergrundwert lt. "VwV Orientierungswerte"

*: deutliche Überschreitung des Hintergrundgehaltes

Gemäß der Tabelle V werden bei den Schwermetallen Cadmium, Chrom. ges., Kupfer und Quecksilber an jeweils einer Probe die Hintergrundwerte überschritten. Die genannten Schwermetalle sind jedoch auf der Grundlage der Eluatanalysen (siehe unten) relativ immobil.

Bei der Schwermetallbestimmung im **Bodeneluat** (Eluatherstellung nach DEVS4) lagen die Gehalte mit Ausnahme von Nickel, Blei und Zink bei den Proben RKS 15 (5 - 7 m), und RKS 5 (2 - 3 m) unter den jeweiligen Nachweisgrenzen.

Tabelle VI: Laborergebnisse der auffälligen Eluatanalysen auf Schwermetalle

	Cp [µg/l]	H - W [µg/l]	P - W [µg/l]
Ni (RKS 15)	20	3	20
Pb (RKS 5)	5	4	10
Zn (RKS 15)	120	150	1 500

Cp: Konzentrationsangaben der Proben
H - W: Hintergrundwerte lt. "VwV Orientierungswerte"
P - W: Prüfwerte lt. "VwV Orientierungswerte"

Bei der Nachuntersuchung auf Nickel und Zink an der Probe RKS 15 (3,5 - 5 m) lagen die Gehalte unter den Nachweisgrenzen.

Insgesamt ist eine gewisse Schwermetallbelastung im Deponiegut und auch im Deponiesickerwasser (ersatzweise im Bodeneluat) nachgewiesen. Die Konzentrationen sind jedoch **nicht als signifikant** zu bezeichnen.

Organische Schadstoffe

7.4.2 Kohlenwasserstoffe nach DEV H 18

Der laboranalytische Nachweis auf Kohlenwasserstoffe in Anlehnung an DIN 38409 Teil 18 in den Boden- / Abfallproben, erbrachte Gehalte von 140 und 230 mg/kg (RKS 5, RKS 8). Die angegebenen Hintergrundkonzentrationen zwischen 50 und 100 mg/kg je nach Humusgehalt, werden somit überschritten.

Dementsprechend lagen die KW-Gehalte im Eluat unter den Nachweisgrenzen (NWG - 10 bis 50 µg/l in Abhängigkeit von Probenmaterial) bzw. dem angegebenen Hintergrundwert von 10 µg/l (RKS 18).

Ein signifikanter Austrag an Mineralölkohlenwasserstoffen über Deponiesickerwässer ist auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht zu erwarten.

7.4.3 Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)

Mit diesem Summenparameter werden leicht- und schwer- bzw. nicht - flüchtige halogenorganische Verbindungen wie z. B. PCB, Pestizide, leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (z. B. CKW; Lösungsmittel) erfaßt.

Aufgrund der Problematik der Boden- / Abfallprobennahme und -konservierung bei den leichtflüchtigen Bestandteilen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß hier vorwiegend die schwer- bzw. nichtflüchtigen Schadstoffe erfaßt werden.

Die AOX - Bestimmungen wurden an den Proben RKS 15 (5 - 7 m), RKS 15 (3,5 - 5 m) und RKS 18 (1 - 3) am Eluat ausgeführt. Bei der Sondierung RKS 15 wurden AOX - Gehalte von 25 und 35 µg/l nachgewiesen. Richt- oder Orientierungswerte liegen nicht vor. In der Literatur wird für Grundwasser ein "allgemeiner Hintergrundwert" von 10 µg/l angegeben. Werte bis 60 µg/l weisen eine "relativ schwache Emissionsquelle" aus.

Ein signifikanter Austrag an halogenorganischen Verbindungen über Depo-niesickerwässer ist somit nicht zu erwarten.

7.4.4 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK nach EPA)

Das Analyseverfahren ist in der Anlage 7.4 kurz beschrieben. Die Durchführung erfolgte in Anlehnung an die LfU-Vorschriften. Die PAK - Bestimmung erfolgte an den Proben RKS 5 (2 - 3 m) und RKS 8 (0,3 - 2,4 m) am Feststoff. Bei der Mischprobe RKS 8 wurde ein PAK - Gehalt von 23,3 mg/kg nachgewiesen (H - B = 1 mg/kg). Die Einzelstoffe ab Fluoren bis Benz(a)pyren der EPA - Liste zeigten Gehalte über den jeweiligen Nachweisgrenzen. Da die GC/MS - Untersuchung in der Bodenproben "Garten" keine Hinweise auf organische Schadstoffe brachten, kann davon ausgegangen werden, daß die nachgewiesenen PAK - Gehalte nicht in Verbindung mit dem Schlackenmaterial zu bringen sind. Auf eine Eluatuntersuchung auf PAK's wurde verzichtet, da PAK's insgesamt relativ immobil sind und im Hinblick auf den hohen Grundwasserflurabstand keine Grundwassergefährdung bezüglich dieser Stoffgruppe zu erwarten ist.

7.4.5 TOC, pH - Wert

Die Parameter TOC ("Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff") und pH-Wert sollten zusätzliche Aussagen über die Qualität des Deponiesickerwassers bringen.

Die **pH-Werte** liegen im basischen Bereich. Ein Austrag an sauren Sickerwässern ist somit nicht gegeben. Desweiteren ist bei einer alkalischen Bodenreaktion bei den meisten Metallen eine stärkere Bindung im Boden gegeben, als bei einer saueren Bodenreaktion.

Die TOC - Konzentrationen schwanken bei 3 Proben zwischen 3 und 7 mg/l. Der Gehalt der Probe RKS 15 liegt bei 48 mg/l. Diese Gehalte liegen im Rahmen der üblichen Konzentrationsbereiche.

7.5 Gesamtbewertung

7.5.1 Insgesamt kann auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen davon ausgegangen werden, daß keine aktuelle Gefährdung der Schutzgüter, Grundwasser, Pflanzen und Menschen auf kontaminierten Flächen und Schutzgut Luft gegeben ist.

7.5.2 Grundsätzlich muß darauf hingewiesen werden, daß die durchgeführten Erkundungen ein gewisses "**Restrisiko**" nicht völlig ausschließt, da Sondierungen immer nur punktuelle Aufschlüsse darstellen und Deponiegut in aller Regel recht inhomogen ist.

- 7.5.3 Aufgrund der früher durchgeführten Historischen Erkundung, den Ergebnissen aus den Sondierungen kann davon ausgegangen werden, daß keine industriellen Abfälle - zumindest in relevanten Mengen - abgelagert wurden und die Hausmüllanteile i. e. S. nur auf einer relativ kleinen Fläche deponiert wurde. Somit wird davon ausgegangen, daß die durchgeführten Erkundungen ausreichend sind, um eine Gefährdungsabschätzung vorzunehmen.

8 Zusammenfassung

8.1 Allgemeines

- 8.1.1 Ab Ende der 40er Jahre bis ca. 1975/76 wurde ein Teilstück einer ehem. Lehmgrube überwiegend mit **Ziegelschutt, Bauschutt und Erdaushub** und daneben mit **Hausmüll- und Sperrmüll** verfüllt. Hinweise auf Industriemüllablagerungen ergaben sich bei der "Historischen Erkundung" nicht.
- 8.1.2 Die Untersuchungsfläche befindet sich in der Wasserschutzzone III a des Zweckverbandes Wasserversorgungsgruppe Oberes Elsenztal (Wasserschutzgebiet Nr. 1).
- 8.1.3 Einige der betroffenen Flurstücke sind heute bebaut oder werden gartenbaulich genutzt. Ein Teil der noch nicht bebauten Grundstücke soll zur Wohnbebauung freigegeben werden (siehe Kapitel 3, Tabelle I).

8.2 Untersuchungsprogramm

Insgesamt wurden im November 1993 und Mai 1994 20 Rammkernsondierungen z. T. bis zur Deponiebasis abgeteuft, Boden-, Bodenluftproben entnommen und Feldmessungen (PID - Messungen, Deponiegasmessungen) durchgeführt.

Im Bereich eines Grundstückes (Flurstück - Nr. 7038/2) wurden desweiteren zwei Proben aus der oberen Bodenzone (Oberboden) für laboranalytische Untersuchungen insbesondere auf Schwermetalle entnommen.

Die Probennahmeprotokolle und Laborergebnisse sind im Anhang zu finden.

8.3 Geologie und Hydrogeologie

- 8.3.1 Der geologische Untergrund des Deponiekörpers bilden die klüftigen Felsgesteine des **Obere Muschelkalkes (mo)**. Im Übergang zu den hangenden Lössen, welche vermutlich größtenteils abgebaut wurden, wird ein steiniger, tonig - feinsandiger Schluff (Löß / Verwitterungsboden, mo) mit einer Mächtigkeit von rd. 0,3 bis 0,5 m angetroffen.

Bei den Sondierarbeiten wurden bis zur Deponiebasis keine Bodenschichtwässer (Stauwasser) angetroffen. Es ist jedoch zu erwarten, daß periodisch Bodenwasser aus den sich bergseitig anschließenden Lössen in den Deponiekörper zusickert.

Der großflächige Grundwasserspiegel in den Kalksteinen des **Muschelkalk-aquifers** (Kluftgrundwasserleiter) liegt vermutlich zwischen > 10 und 25 m unter der Deponiebasis.

8.4 Deponieaufbau und Abmessungen der ehem. Deponie

In Kapitel 6 werden mehrere Teilflächen bezüglich der Auffüllmächtigkeit und des Ablagerungsgutes unterschieden.

Insgesamt wurde ein **hoher Anteil an Ziegelbruch** deponiert. Desweiteren wurde Erdaushub, Bauschutt, Straßenaushub und auf bestimmten Teilflächen auch **Hausmüll i. e. S.** abgelagert.

Bei einer Gesamtfläche von ca. 1,85 ha ergibt sich ein Ablagerungsvolumen von rd. 65 000 bis 70 000 m³, wobei der Hausmüllanteil auf max. 8 000 bis 10 000 m³ geschätzt wird.

8.5 Bewertung

8.5.1 Schutzgut Luft

Auf der Grundlage der Deponiegasmessungen und PID - Messungen vor Ort und Laboruntersuchungen auf CKW / BTX in den Bodenluftproben, wird davon ausgegangen, daß **keine aktuelle Gefährdung für das Schutzgut Luft (Rammluft und Atmosphäre)** vorliegt. Weitere Erkundungen oder Nutzungseinschränkungen sind nicht notwendig.

8.5.2 Schutzgüter Pflanzen, Boden und "Menschen"

Bei den Sondierarbeiten wurde bis auf das Grundstück Flurstück Nr. 7038/12 auf den bebauten Grundstücken eine ausreichend mächtige bindige Deckschicht angetroffen. Auf dem o. g. Grundstück wurde auf der Rasenfläche bei den Sondierarbeiten in der Oberen Bodenzone Schlacke mit erhöhten Cadmiumgehalten angetroffen. Die weiteren Erkundungen gemäß den Kapiteln 4.2 und 7.3 ergaben jedoch auch hier, daß keine weiteren Maßnahme notwendig sind.

Von Seiten der zuständigen Behörde sollten jedoch an die Eigentümer dieses Grundstückes und der umliegenden Grundstücke **Handlungsempfehlungen** ausgesprochen werden.

8.5.3 Schutzgut Grundwasser

Als Ersatz für laboranalytische Untersuchungen an Sickerwasserproben, wurden Boden- und Eluatuntersuchungen durchgeführt. Es wurde eine gewisse, jedoch nicht signifikante Belastung an Schwermetallen und Kohlenwasserstoffen nach DEV H18 und AOX im Deponiegut und / oder Sickerwasser (Bodeneluat) nachgewiesen.

9 Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise

- 9.1 Nach unserer Auffassung ist **kein weiterer Handlungsbedarf** für weitere Maßnahmen, wie eine "Nähere Erkundung" (E_{2,3}) oder eine "Fachtechnische Kontrolle" gegeben.
- 9.2 Es wird angeraten, den Eigentümern der Flurstücke 7038/11, 7038/12, 7838, 9760 und 9762 aus Vorsorgegründen insbesondere bei der Nutzung als Haus- und Kleingarten "Handlungsempfehlungen" auszusprechen.
- 9.3 Von der Stadt Sinsheim ist geplant, einige Grundstücke einer Wohnbebauung zuzuführen. Hier sind die Flurstücke 9759/1 und 9762 in Betracht zu ziehen.
- Bei den durchgeführten umwelttechnischen Untersuchungen wurden keine signifikanten Boden- und Bodenluftbelastungen festgestellt. Eine Gefahr für die Gesundheit der dort oder künftig dort lebende Bevölkerung besteht nicht.
- Für die Beurteilung der geplanten Umnutzung der o. g. Grundstücke, gelten die entsprechenden Bewertungen unter Kapitel 7.
- 9.4 Grundsätzlich müssen jedoch folgende Aspekte berücksichtigt werden:
- Es besteht immer ein gewisses **Restrisiko**, da die eingelagerten Schadstoffe in der Praxis nicht lückenlos erkundet werden können.

- Dadurch können z. B. zusätzliche Schutz- oder Abwehrmaßnahmen auf der Vollzugsebene notwendig werden oder auch lokal höhere Kosten bei der Entsorgung des Aushubmaterials anfallen.
- Altablagerungen können sich ungleichmäßig setzen bzw. bodenmechanisch verformen (gründungstechnische Probleme).
- Von Seiten der Behörden werden u. U. einige Auflagen erlassen (z. B. Nutzungseinschränkungen, Vorsorgemaßnahmen, Arbeitsschutzmaßnahmen).

9.5 Obwohl im Bohrgut Hausmüllanteile lediglich als Beimengungen angetroffen wurde, muß davon ausgegangen werden, daß auf dem Flurstück Nr. 9762 verstärkt damit zu rechnen ist.

K. W. Töniges, Dipl.-Geol.



H. Brecht, Dipl.-Geol.

Tabellen

Tabelle 1

Höhenangaben der Bohransatzpunkte in Meter ü.NN

	Geländeoberkante	Deponiekasis	
RKS 1	193,92	-	-
RKS 2	193,86	-	-
RKS 2/2	193,61	-	-
RKS 3	193,84	4,8(m u G)	189,04
RKS 4	187,75	2,6	185,15
RKS 5	186,64	3,1	183,54
RKS 5/2	186,69	3,8 (?)	182,89
RKS 6	186,79	2,4 (?)	184,39
RKS 7	186,95	3,7	183,25
RKS 8	185,85	4,3	181,55
RKS 9	193,70	-	-
RKS 10	194,22	- (?)	-
RKS 11	194,25	0,5	193,75
RKS 12	194,42	1,9	192,52
RKS 13/Pegel	198,25	-	-
RKS 14	194,55	-	-
RKS 15	202,54	> 7,0 (?)	(196,00)
RKS 16	203,10	-	-
RKS 17	202,99	-	-
RKS 18	202,97	-	-

Tabelle 2

Ergebnisse der Feldmessungen, Deponiegase

	O ₂	CO ₂	CH ₄
RKS 1 ¹	18,7	1,2	0
2	19,2	1,0	0,4
3	20,8	0	0
4	15,4	3,8	0,9
5	14,7	4,2	0
5/2	9,9	11,5	1,1
6	18,9	1,2	0
7	17,6	2,1	0
8	16,5	3,4	1,4
9	18,5	1,3	0,3
10	-	-	-
11	-	-	-
12	19,8	0,7	0
13 ²	17,2	1,7	0,5
14	16,1	2,1	1,0
15	17,8	3,8	0,8
16	17,1	1,6	0,5
17	15,3	2,5	2,1
18	16,8	3,1	1,4

¹ RKS 1 - 12: im November 1993² RKS 13- 18: im Juni 1994

Tabelle 3**Orientierungswerte Boden**

Parameter	Einheit	H - B	P - P	P - M2
DEV H 18	mg/kg	50 / 100	400	-
Blei	mg/kg	25 - 55	100	500
Cadmium	mg/kg	0,2 - 1	1 - 1,5	15
Kupfer	mg/kg	10 - 60	60	-
Nickel	mg/kg	15 - 100	50	100
Zink	mg/kg	35 - 150	150 - 200	-
Chrom, ges.	mg/kg	20 - 90	100	500
Quecksilber	mg/kg	0,05 - 0,2	1	10
PAK	mg/kg	1	10	25

Quelle:

- 1 Verwaltungsvorschrift: "Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfälle" vom 16.09.1993 des Sozial- und Umweltministeriums Baden-Württemberg

H-B: "Hintergrundwerte": Obergrenze der natürlich vorhandenen und anthropogenen Hintergrundgehalte für Boden; Werte aus dem ländlichen Raum; Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit weiterer Erkundungsmaßnahmen und grundsätzliche Anforderung für das Sanierungsziel.

"Liegen nicht repräsentative Einzelwerte deutlich über diesen Werte, ist, soweit nicht ohnehin bekannt, Art und Umfang der Kontamination zu erkunden (Erkundung repräsentativer Werte)".

P-P: "Prüfwerte zum Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen", gültig für den durchwurzelbaren Bereich; bei Unterschreitung ist uneingeschränkte landwirtschaftliche und gartenbauliche Nutzung möglich; bei Überschreitung, ist eine weitere Prüfung nach VwV § 19 (3) BodSchG vorzunehmen.

P-M

1/2/3: "Prüfwert zum Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen; Abgrenzung nach Nutzung: Kinderspielflächen (P-M 1), Siedlungsflächen (P-M 2), Gewerbeflächen (P-M 3); allgemeine Mindestanforderung für das Sanierungsziel.

Bemerkungen:

- 1 H-B-Werte für die Schwermetalle abhängig vom Tongehalt;
- 2 P-P-Werte für die Schwermetalle gültig für pH-Wert > 5; Bei Cadmium und Zink unterschiedliche Angaben je nach Tongehalt und pH-Wert;
- 3 Bei fehlenden Angaben ist Einzelfallentscheidung notwendig;
- 4 Kupfer und Zink erst im Gramm-Bereich humantoxisch wirksam (P-M);
- 5 H-B-Wert für KW abhängig vom Humusgehalt.

Tabelle 4**Orientierungs- und Richtwerte Grundwasser / Eluat**

Parameter	Einheit	H - W	P - W	TVO
DEV H 18	µg/l	10	50	10
Blei	µg/l	4	10	40
Cadmium	µg/l	1	3	5
Kupfer	µg/l	5	100	3 000
Nickel	µg/l	3	20	50
Zink	µg/l	150	1 500	5 000
Chrom, ges.	µg/l	2	40	50
Quecksilber	µg/l	0,05	0,7	1

Quellen:

- 1 Verwaltungsvorschrift: "Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen" vom 16.09.1993 des Sozial- und Umweltministeriums Baden-Württemberg

H-W: "Hintergrundwerte": Obergrenze der natürlich vorhandenen und anthropogenen Hintergrundgehalte für Grundwasser und Eluat aus Boden; Werte aus dem ländlichen Raum; Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit weiterer Erkundungsmaßnahmen und grundsätzliche Anforderung für das Sanierungsziel.

"Liegen nicht repräsentative Einzelwerte deutlich über diesen Werten, ist, soweit nicht ohnehin bekannt, Art und Umfang der Kontamination zu erkunden (Erkundung repräsentativer Werte)".

P-W: "Prüfwerte" zum Schutz von Grundwasser und Grundwassernutzung für das Medium Wasser und Eluat aus Boden; Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit einer eingehenden Erkundung/ Sanierungsvorplanung und allgemeine Mindestanforderung für das Sanierungsziel.

"Überschreiten repräsentative Schadstoffgehalte diese Werte, besteht in der Regel die Notwendigkeit, eine eingehende Erkundung/Sanierungsvorplanung als Grundlage für eine einzelfallbezogene Entscheidung über Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen durchzuführen."

Bei Unterschreitung besteht auch bei ungünstigsten Verhältnissen kein Sanierungserfordernis; Werte, die als allgemeine Angaben tolerabler Schadstoffkonzentrationen anzusehen sind.

P_{max}-W: "Toleranzwerte" beim Schutz von Grundwasser; Werte zur Abgrenzung des sanierungsbedürftigen Teils einer Altlast oder eines Schadensfalles;

- 2 TVO: Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990.

Anlagen

