

Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

September 2007

Auftraggeber:

Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Dr. Pirwitz Umweltberatung



Büro Oyten

Clüverdamm 54 * 28 876 Oyten
Tel.: 04207 - 33 41 * Fax 04207 - 33 42

Büro Bremen

Hastedter Heerstraße 76 * 28 207 Bremen
Tel.: 0421 - 43 41 556 * Fax: 0421 - 43 41 557



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

INHALTSVERZEICHNIS

1.	VORGANG	4
2.	BISHERIGER KENNTNISSTAND UND AUFGABENSTELLUNG DER VORLIEGENDEN ERWEITERTEN UNTERSUCHUNG	4
3.	STANDORTBESCHREIBUNG UND EINGRENZUNG DER ALTABLAGERUNG BEZIRKSSPORTANLAGE PESTALOZZISTRASSE	6
4.	STANDORTBESCHREIBUNG DER ÄLTEREN GRUBENVERFÜLLUNGEN SÜDLICH UND WESTLICH DER ALTABLAGERUNG „PESTALOZZISTRASSE“	8
4.1	Verdachtsbereich 1.....	8
4.2	Verdachtsbereich 2.....	9
5.	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGSMAßNAHMEN	9
5.1	Rammkernsondierungen	9
5.2	Bodenluftprobenahmen	10
5.3	Stauwassermessstellen	10
6.	AUFBAU DES UNTERGRUNDES UND LAGERUNGSVERHÄLTNISSE DER ALTABLAGERUNG „BEZIRKSSPORTANLAGE PESTALOZZISTRASSE“ .	11
6.1	Untergrundverhältnisse des Verdachtsbereichs 1 (Kasernengelände und Kleingärten am Nordwestrand der Altablagerung).....	12
6.2	Aufbau des Untergrundes und Lagerungsverhältnisse der südlichen Tongrubenverfüllung (Verdachtsfläche 2)	13
7.	HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	13
8.	GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	15
8.1	Schadstoffinventar der Altablagerung „Bezirkssportanlage Pestalozzistraße“ (Verfüllung nach 1945)	15



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

8.1.1	Schadstoffinventar des Verdachtsbereiches 1	17
8.1.2	Schadstoffinventar der älteren südlichen Grubenverfüllung (Verdachtsbereich 2).....	17
8.2	Wirkung der Altablagerung „Bez. Sportanlage Pestalozzistraße“ auf angrenzende Schutzgüter	18
8.2.1	Wirkungspfad Boden→ Mensch	18
8.2.2	Wirkungspfad Boden→ Sickerwasser	18
8.2.3	Gefährdung der Schutzgüter „Grundwasser“ und „angrenzende Oberflächengewässer“	20
8.2.4	Bewertung der Bodenluft	20
8.3	Gefährdungsabschätzung der sensibel genutzten älteren Altablagerung südlich der Sportanlage „Pestalozzistraße“ (Verdachtsbereich 2)	21
9.	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG UND EMPFEHLUNG	21



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1.: Übersichtsplan**
- Anlage 2.1: Luftbild von 1945 mit Verdachtsbereiche**
**Anlage 2.2: Altablagerung übertragen auf die Topographische Karte von 1892
 mit Hinweis auf eine ältere Grube**
- Anlage 3.1: Lage aller Sondierungen und Brunnen**
**Anlage 3.2: Lage der Sondierungen und Brunnen am Nordwestrand der
 Altablagerung**
Anlage 3.3: Lage der Sondierungen in der älteren Südgrube der Altablagerung
- Anlage 4.1: Ausgewählte Bohrprofile des Bohrarchivs des NLfB**
Anlage 4.2: Profile der KRB, Dr. Pirwitz Umweltberatung 2006
Anlage 4.3: Profile der RKS, Dr. Pirwitz Umweltberatung 2007
Anlage 4.4: Ausbau der Stauwasserbrunnen
- Anlage 5: Profilschnitt**
- Anlage 6.1: Analysen Bodenproben 2006**
Anlage 6.2: Analysen Bodenproben 2007
Anlage 6.3: Stau- und Grabenwasseranalysen
- Anlage 7: Laborberichte**



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

1. Vorgang

Eine ehemalige Ziegeleigrube an der Pestalozzistraße in Bremerhaven wurde zwischen 1945 und 1952 mit unterschiedlichen Bodenarten, Bauschutt, häuslichen und gewerblichen Abfällen verfüllt, die partiell mit Mineral- und Teerölen verunreinigt sind. (Lage s. Anlage 1 und Anlage 3.1). Auf dieser Altablagerung befindet sich heute die Bezirkssportanlage Pestalozzistraße.

Im November 2006 wurden von dem Büro Dr. Pirwitz Umweltberatung die Ergebnisse einer orientierenden Altlasterkundung dieser Altablagerung vorgelegt. Diese Untersuchungen konzentrierten sich auf die Lagerungsverhältnisse und Schadstoffgehalte der in die Ziegeleigrube eingebrachten Abfallstoffe und deren Schadstoffwirkung auf das Stauwasser in der Altablagerung.

Im März 2007 wurden ergänzende Untersuchungen zur Erkundung der Randbereiche der Altablagerung durchgeführt. Ziel dieser Ergänzungsuntersuchungen war eine Abschätzung möglicher Stauwasserausträge aus der Ziegeleigrube in angrenzende Flächen.

Aus den von uns durchgeführten Untergrunderkundungen, den Auswertungen älterer Bohrungen und der Interpretation älterer Karten und Fotos ergaben sich Hinweise auf ältere, vor 1945 verfüllte Abgrabungsbereiche der ehemaligen Ziegelei. Auch Auslappungen der nach 1945 verfüllten Tongrube über das Grundstück der Bezirkssportanlage hinaus ließen sich nach eingehenderen Recherchen vermuten.

Daher wurde unser Büro vom Magistrat der Stadt Bremerhaven beauftragt, die Altlasterkundung auf an den Sportplatz angrenzende Verdachtsflächen zu erweitern. In vorliegendem Gutachten sollen die Ergebnisse der ergänzenden Untersuchungen im Zusammenhang mit allen bisherigen Untersuchungsergebnissen ausgewertet werden.

2. Bisheriger Kenntnisstand und Aufgabenstellung der vorliegenden erweiterten Untersuchung

Die Altablagerung an der Pestalozzistraße liegt im Wirkungsfeld einer ehemaligen Ziegelei, die seit mindestens 1892 Kleiboden zur Ziegelherstellung aus umgebenden Tongruben abgebaut hat (s. Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1892 in Anlage 2.2). Es war davon auszugehen, dass neben der Altablagerung „Pestalozzistraße“ weitere Kleiabgrabungen in der Umgebung vorgenommen wurden und nach der Abgrabung mit allen damals zur Verfügung stehenden geeigneten Materialien verfüllt wurden.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Die Altablagerung unter der Bezirkssportanlage Pestalozzistraße bildet die Verfüllung eines Abgrabungsbereiches, dessen Austonung nach Luftbildauswertungen vor dem Jahr 1945 abgeschlossen war. In diesem Jahr sind die Umrisse der wassergefüllten Tongrube deutlich auf dem Luftbild erkennbar (s. Anlage 2.1).

Auf einem Luftbild von 1953 ist bereits eine vollständige Verfüllung der Tongrube und die Anlage des heutigen Sportplatzes erkennbar, so dass der Verfüllungszeitraum zwischen 1945 und 1953 liegt. Über den Verfüllungsvorgang der Grube liegen nur Vermutungen vor, da in den Nachkriegsjahren kein geordneter Deponiebetrieb üblich war. Der Verfüllungszeitraum lässt erwarten, dass große Mengen an Trümmerschutt aus den Kriegsschäden in die Grube verbracht wurden. Außerdem gehen Gerüchte, dass Kriegsgerätschaften in der Grube entsorgt wurden. Es ist zu erwarten, dass zusätzlich begrenzte Mengen an Hausmüll und Gewerbeabfällen in die Grube eingelagert wurden.

Die im Jahr 2006 durchgeführten ersten orientierenden Untersuchungen der Altablagerung wurden durch die als Bohrhindernisse auffälligen Trümmerschuttanteile erschwert. Die chemischen Untersuchungen des Abfallmaterials zeigten lokal hohe Schadstoffgehalte in dem bis zu 5 m schichtstarken Abfallkörper, die insbesondere durch die Einbringung von Mineral- und Teerölabbfällen in den ehemaligen Ziegeleiteich verursacht sind. Diese öligen Abfälle wurden vorrangig im Westteil der Altablagerung erbohrt. Ob diese Teeröle mit der Entsorgung von Militärfahrzeugen und –betriebsstoffen in Verbindung zu bringen ist bleibt unklar. Analysen auf Munitionsrückstände (Nitroaromaten und deren Derivate) im Stauwasser der Altablagerung ergaben keine Hinweise auf Rüstungsaltslasten.

Eine schädigende Wirkung der in den Ziegeleiteich eingebrachten Schadstoffe auf die Nutzer des Sportplatzes wird durch die Abfallüberdeckung mit einer mehr als 1,0 m mächtigen schadstoffarmen Auffüllung und fehlender Gefahrenstoffe in der Bodenluft unterbunden.

Es werden aber durch Sickerwässer Schadstoffe aus dem Abfallkörper ausgelaugt und in das Stauwasser der Altablagerung verlagert. Insbesondere die Stauwasserbelastungen durch gelöste polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) bilden ein Ausgangsrisiko für angrenzende Gewässer.

Die mehr als 10 m mächtigen bindigen, stark organischen Deckschichten des Grundwasserleiters (organikreicher Kleiboden) bilden eine wirksame Durchsickerungs- und Absorptionsbarriere für die im Stauwasser gelösten Schadstoffe, insbesondere für die Stoffgruppe der PAK, so dass eine Schadstoffdurchsickerung des Kleis und damit eine Wirkung auf das Schutzgut „Grundwasser“ sehr unwahrscheinlich ist.

Es lässt sich aber ein Austrag von Deponiesickerwässern in den nördlichen Randgraben der Altablagerung nachweisen (Lage des Grabens s. Anlage 3.1 und 3.2), der auf ca. 50 m³/d



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

abgeschätzt wurde. In diesem Grabenwasser sind PAK-Gehalte (Bestandteil von Teerölen) von bis zu 4,8 µg/l nachgewiesen.

Nach kurzer Fließstrecke mündet dieser Graben jedoch in der Schmutzwasserkanalisation, (s. Anlage 3.2), so dass keine weitere Beeinflussung von Oberflächengewässern gegeben ist.

Zur Abschätzung unkontrollierter unterirdischer Stauwasserabflüsse über den Tongrubenrand hinaus in angrenzende Geländeauffüllungen wurde der oberflächennahe Untergrund im Randbereich der Altablagerung auf potentielle Wegsamkeiten für schadstoffhaltige Sickerwässer geprüft. Danach ist ein unkontrollierter Deponiesickerwasseraustrag aus der Altablagerung in angrenzende Flächen aufgrund der Höhenlage des Stauwasserspiegels der Altablagerung zu der umgebenden Oberfläche des Kleis und meist geringen Wasserwegsamkeiten der umgebenden Geländeauffüllungen nur in sehr geringem Umfang möglich. Am Westrand des Sportplatzes zeigte eine Rammkernsondierung an der Grundstücksgrenze noch sehr hohe Teerölbelastungen bis in 3 m Tiefe, so dass in diesem Bereich ein Übergreifen der Altablagerung auf das westlich angrenzende Kasernengelände zu erwarten war.

In den vorliegenden Untersuchungen sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang die Abfallablagerungen auch über die Grundstücksgrenzen des Sportplatzgeländes hinaus auf angrenzende Grundstücke überlappen. Zudem war zu prüfen, ob sich die aus älterem Kartenmaterial abgeleiteten Tongrubenverfüllungen aus dem Zeitraum vor 1945 durch Erkundungsbohrungen bestätigen lassen und ebenfalls mit umweltgefährdenden Abfallstoffen verfüllt wurden. Hierzu wurden 10 Rammkernsondierungen auf nördlich und westlich an das Sportplatzgelände angrenzenden Flächen niedergebracht. Zudem wurden 3 Sondierungen im Bereich südlich des Sportplatzgeländes in einer 1892 kartographisch dargestellten Abgrabung abgeteuft (Lage der Sondierung s. Anlage 3.2 und 3.3).

Die Eingrenzungsuntersuchungen wurden durch eine Grundwasseruntersuchung eines abstromig der Altablagerung gelegenen Gartenbrunnens, Stauwasseruntersuchungen in der Altablagerung und einer Untersuchung des Abflußgrabens zur Kanalisation ergänzt.

3. Standortbeschreibung und Eingrenzung der Altablagerung Bezirkssportanlage Pestalozzistraße

Die **Altablagerung „Bezirkssportanlage Pestalozzistraße“** wird hier als Bereich der nach 1945 erfolgten Tongrubenverfüllung definiert. Ältere Grubenverfüllungen sind lokal nachgewiesen und darüber hinaus im Umfeld dieser Altablagerung zu vermuten.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Der nach 1945 in die Tongrube eingebrachte Abfall umfasst eine Fläche von ca. 50.000 m². Die Altablagerungsfläche wird derzeit als Sportanlage durch den Sportclub Sparta genutzt (s. Anlage 3.1). Im Westen überschreitet die Altablagerung mit teerölhaltigen Abfällen das Sportplatzgelände und ragt wenige Meter in das angrenzende Kasernengelände hinein. Im Norden ist ebenfalls eine Grenzüberschreitung auf das Kleingartengebiet um wenige Meter zu vermuten. Die Altablagerungsgrenze ist in der Anlage 3.1 dargestellt.

Die Oberfläche der Sportanlage ist größtenteils mit einem Granulat abgedeckt, in Teilbereichen auch mit einem Rasen begrünt. Nur untergeordnet wurden im Randbereich und zur Flächenunterteilung Gehölzstreifen angelegt.

Der Untersuchungsbereich liegt auf einem relativ einheitlichen Höhenniveau zwischen 3,5 und 2,8 m NN. Der Nordrand der Altablagerung liegt etwas tiefer auf einem Höhenniveau von 2,5 m.

Am West- und Nordrand ist eine Geländekante zu einem ca. 2 m tiefer gelegenen Graben ausgebildet. Dieser Graben ist teilverfüllt und führt nur im östlichen Verlauf hinter den Umkleidekabinen des Sportgeländes ständig Wasser. Hier ist der Wasserstand des Grabens durch eine kleine Staustufe vor der Einleitung in die Kanalisation auf 0,27 m NN eingestaut. Nur an einer Stelle der zum Sportgelände ansteigenden Grabenböschung tritt das Stauwasser der Altablagerung im Graben auf.

Die im Luftbild von 1945 erkennbaren Umriss des Ziegeleiteiches (s. Anlage 2.1) wurden in der Anlage 3.1. auf eine aktuelle Katasterkarte übertragen. Dadurch wurde der Bereich der nach 1945 vorgenommenen Grubenverfüllungen deutlich eingrenzbar. Demnach lagern nach 1945 aufgebraachte Abfälle nahezu ausschließlich innerhalb der Grundstücksgrenzen des heutigen Sportplatzgeländes. Lediglich geringe Flächenanteile des 1945 bestehenden Ziegeleiteiches liegen außerhalb dieser Grenzen. In der Sondierung RKS 4 wurden noch 3 m mächtige, stark verölte Abfälle an der Grundstücksgrenze des Sportplatzes erbohrt. Die vorliegenden Eingrenzungsbohrungen RKS 7 bis RKS 11 auf dem Kasernengelände westlich der Altablagerung belegen, dass sich die in den vorangegangenen Untersuchungen bis an die westliche Grenze des Sportplatzgeländes verfolgte Teerölverunreinigung nur wenige Meter bis auf das Kasernengelände verfolgen lässt, schadstoffunauffälligere ältere Auffüllungsstoffe aber mit abnehmender Schichtstärke mindestens 40 m weit auf dem Kasernengelände nach Westen reichen (s. Anlage 3.2 und Profilschnitt der Anlage 5). Hier liegt die Grubenverfüllung unter einer Rasenfläche. Die Fläche liegt in einem eingezäunten, für die Öffentlichkeit nicht zugänglichen Gelände.

Der Süd- und der Nordrand des nach 1945 verfüllten ehemaligen Teiches überschreitet die Grenze des Sportgeländes nach Auswertung alter Luftbilder und Kartenmaterialien nur sehr geringfügig. Da die Altablagerung „Pestalozzistraße“ randlich allseits in die flächige aus



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Sanden und Schluffen, mit wechselnden Bauschutt- und Schlackeanteilen bestehende Geländeaufhöhung der Umgebung übergeht, ist eine stoffliche Abgrenzung der Altablagerung zu der umgebenden Auffüllung nur eingeschränkt möglich. Die um die Altablagerung vorgenommene Geländeaufhöhung um 1,0 bis 2,0 m ergibt sich aus der Differenz zwischen der heutigen Geländetopographie und der ehemaligen Geländehöhe von ca. 0,7 m NN (s. topographische Karte von 1892 der Anlage 2.2) wobei zusätzlich die aus der Aufhöhung resultierenden Setzungen zu berücksichtigen sind.

4. Standortbeschreibung der älteren Grubenverfüllungen südlich und westlich der Altablagerung „Pestalozzistraße“

Auf einer topographischen Karte von 1892 wird erkennbar, dass lange vor der Austonung des hier untersuchten Ziegeleiteiches weitere Kleiabgrabungen in der Umgebung der Ziegelei erfolgten und somit ältere Grubenverfüllungen mit unbekanntem Material in der Umgebung der Altablagerung zu erwarten sind.

Eine eindeutige Abgrenzung älterer Verfüllungen von Ziegeleigruben zu der weiträumigen Auffüllung des umgebenden Stadtgebietes ist anhand der Materialeigenschaften der Auffüllungsmaterialien oftmals nicht möglich. Die Verfüllung von Tongruben unterscheidet sich jedoch durch die größeren Schichtmächtigkeiten der Verfüllungsmaterialien von den geringmächtigeren Geländeaufhöhungen der Umgebung.

Aus den Karten- und Luftbildgrundlagen ergeben sich im Abgleich mit älteren Bohrungen und den durchgeführten Rammkernsondierungen zwei Hinweise auf ältere Grubenverfüllungen. In der Anlage 2.1.. sind zwei Verdachtsbereiche ausgewiesen.

4.1 Verdachtsbereich 1

Westlich ragt die Altablagerung Pestalozzistraße mit teerölhaltigen Abfallstoffen bis auf das angrenzende Kasernengelände. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die in der Altablagerung umweltrelevanten Schadstoffe, insbesondere die hohen Mineral- und Teerölbefragungen auf den Auffüllungsbereich des Ziegeleiteiches begrenzt sind. Diese Abfälle sind der Altablagerung „Pestalozzistraße“ zuzuordnen (s. Schnitt der Anlage 5).

Darüber hinaus ergibt sich aus dem Luftbild von 1945 der Verdacht einer Geländeauffüllung am Westrand der heutigen Altablagerung „Pestalozzistraße“. In den beiden Sondierungen RKS 13 und RKS 14 des Kleingartengeländes wurden keine Abfallauffüllungen erbohrt (Lage s. Anlage 3.2). In den Sondierungen auf dem Kasernengelände wurden ältere Auffüllungsmaterialien aus Böden mit z.T. hohem Bauschutt-, untergeordnet auch Schlackeanteilen



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

angetroffen, die zumindest lokal Schichtstärken um 3,5 m erreichen. Das Kasernengelände ist umzäunt und für die Öffentlichkeit unzugänglich. Das Gelände wird derzeit nicht mehr genutzt. Im Untersuchungsbereich ist die Geländeoberfläche unversiegelt und durch eine dichte Rasendecke erosionsgeschützt.

4.2 Verdachtsbereich 2

Dieser Verdachtsbereich einer vor 1945 erfolgten Grubenverfüllung im Süden der Altablagerung Pestalozzistraße ergab sich bereits aus Sichtung einer älteren topographischen Karte von 1892. Auf dem Luftbild von 1945 zeigt sich dieser Verdachtsbereich als Fläche ohne Grabelandparzellierung (s. Anlage 2.1).

Derzeit wird die Fläche sehr sensibel von einer Schule, einer Kindertagesstätte und einem öffentlichen Kinderspielplatz genutzt. Ein Teil der bisher nicht abschließend eingegrenzten Verdachtsfläche ist überbaut. Die Freiflächen sind mit einer Rasendecke begrünt. Im Bereich der Sondierung RKS 15 sind die hier erbohrten Verfüllungstoffe der ehemaligen Tongrube mit einer 0,5 m mächtigen Sandschicht überdeckt. Alle Freiflächen sind für spielende Kinder frei zugänglich und werden als Sport- und Spielflächen genutzt.

5. Durchgeführte Untersuchungsmaßnahmen

5.1 Rammkernsondierungen

Zur Feststellung der Auffüllungsmächtigkeit und möglicher Schadstoffbelastungen der Auffüllungstoffe wurden im August 2006 im Rahmen orientierender Untersuchungen 21 Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von max. 6,0 m u. Geländeoberfläche bis an die Basis der Grubenverfüllung abgeteuft. Im März 2007 wurde der Rand der Altablagerung durch 6 Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 6 eingehender erkundet. Im Juni 2007 wurden die Sondierungen RKS 7 bis RKS 17 zur Eingrenzung von Altablagerungsflächen außerhalb des Sportplatzgeländes niedergebracht.

Die Ansatzpunkte aller bisher durchgeführten Sondierungen und älterer Bohrungen aus dem Bohrarchiv des Geologischen Dienstes Bremen sind dem Lageplan in Anlage 3.1 zu entnehmen.

Das bei den Sondierungen gewonnene Bohrgut wurde sedimentologisch angesprochen und in Schichtenverzeichnissen aufgenommen (s. Anlage 4.2 und 4.3).



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Bodenproben wurden zumeist nur aus schadstoffverdächtigen Auffüllungshorizonten entnommen. Ausgewählte Proben wurden durch das Labor alphacon auf die Parameter PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW DEV H 53), Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink sowie Arsen) und EOX (extrahierbare organische Halogenverbindungen), exemplarisch auch auf Phenole und Cyanide untersucht. Die Analyseergebnisse sind in Anlage 6.1 und 6.2... zusammengefasst. Nicht untersuchte Bodenproben wurden zur Beweissicherung zurückgestellt.

5.2 Bodenluftprobenahmen

Aus den Bohrlöchern von 10 im Jahr 2006 durchgeführten Sondierungen (KRB 2 bis 7, 9, 12, 20 und 21) wurden Bodenluftmessungen vorgenommen.

Während der Probenahme wurden die Vor-Ort-Parameter „Sauerstoff“, „Kohlendioxid“, „Methan“, „Schwefelwasserstoff“ und „Stickstoff“ gemessen. Die Proben wurden laboranalytisch auf die leichtflüchtige Schadstoffgruppe und BTEX untersucht.

5.3 Stauwassermessstellen

In der Altablagerung wurden drei Stauwassermessstellen eingerichtet. Die im Hohlbohrschneckenverfahren niedergebrachten Bohrungen wurden bis an die Basis der Auffüllung abgeteuft und als 2“ Brunnen mit entsprechender Bohrlochverkiesung ausgebaut. Im März 2007 wurde zusätzlich ein 2“-Rammpegel am Ostrand der Altablagerung erstellt (RP 2).

Die Rohroberkanten wurden auf einen Bezugspunkt höhenmäßig eingemessen. Die seit November 2006 erhobenen Wasserstände der Brunnen und des Grabens wurden NN-bezogen wie folgt ermittelt:



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Tab. 03: Ausbaudaten der Stauwassermessstellen und Wasserspiegel der bisherigen Stichtagsmessungen

Bezeichnung Messstelle	Filterstrecke [m u. GOK]	Brunnenhöhe [m NN]	Wasserspiegel m NN				
			12.06.06	13.02.07	27.02.07	10.08.07	23.08.07
B 1	1,50-5,00	2,77	0,36	0,38	0,37	0,36	0,42
B 2	1,50-5,00	2,03	0,33	0,36	0,35	0,33	0,42
B 3	1,40-5,00	2,59	0,31	0,36	0,35	0,34	0,37
RP 2	2,00-3,00	2,78	-	0,20	0,13	0,17	0,15
Graben		Staukante 0,27	0,27	0,27	0,27	0,31	0,36

Für die Untersuchungen im Jahr 2006 wurden aus den klargepumpten Messstellen nach Erreichen von Temperatur- und Leitfähigkeitskonstanz Grundwasserproben entnommen und auf die Parameter MKW, PAK, sowie die leichtflüchtigen Schadstoffgruppen BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol u. a.), B 2 und B 3 auch Nitroaromaten analysiert (Analysen s. Anlage 6.3). In späteren Untersuchungen wurden nur die auffälligen Parameter des Stauwassers untersucht.

6. Aufbau des Untergrundes und Lagerungsverhältnisse der Altablagerung „Bezirkssportanlage Pestalozzistraße“

Die bei den Bohrarbeiten und in älteren Profilen von tieferen Bohrungen festgestellten Untergrundverhältnisse sind in dem Profilschnitt der Anlage 5 dargestellt.

Der Untergrund der Altablagerung „Pestalozzistraße“ besteht aus einer bis zu 5 m mächtigen Auffüllung, die von tonigen z.T. organikreichen Schluffen (ortsübliche Bezeichnung „Klei“) und Torfeinschaltungen unterlagert wird.

Der Klei bildet im Untersuchungsbereich eine ca. 16 m mächtige bindige Deckschicht über dem Grundwasserleiter (Angabe der GGPB, Karte A), die durch die 2,0 bis 3,0 m tiefe Abgrabung der Ziegeleigrube nur geringfügig reduziert ist.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Der Hauptgrundwasserleiter liegt geschützt unter der Kleideckschicht und wird von den pleistozänen Wesersanden gebildet. Das Grundwasser steht stark gespannt unter dem Klei an.

Die Altablagerung zeigt eine flächendeckende Abdeckung mit mindestens 20 cm Mutterboden oder mineralischen Deckschichten.

Der unterlagernde Abfallkörper ist extrem heterogen aufgebaut. Neben in die Ziegeleigrube zurückgebauten Schluffen mit eingeschaltetem Ziegelbruch wurden Beton- und Ziegelbruch, Holzreste, Glas, Keramik, Knochenreste und Schlacken erbohrt. Ölige Abfälle wurden nur lokal ab einer Tiefe von 1,5 m unter Gelände angetroffen und häufen sich im Westteil der Altablagerung.

Die erbohrten Abfälle lassen in oberen Auffüllungsschichten ein geringeres Schadstoffinventar erkennen als in den tiefer gelegenen Abfallhorizonten.

Im oberen Abschnitt der Altablagerung sind Abfallstoffe wie Holz, Bauschutt, Glas und nur vereinzelt Schlacken vorherrschend. In den Basisbereichen des Abfallkörpers treten in Tiefen > 1,5 m unter Gelände gehäuft umweltrelevantere Abfälle wie z.B. Teerpappen und Teer- und Mineralöle auf.

Die Altablagerung Pestalozzistraße weitet sich im Bereich der Sondierungen RKS 8, 8a und 8 b (mehrfach umgesetzt wegen Bohrhindernissen) mit teerölhaltigen Abfällen bis auf das westlich an den Sportplatz angrenzende Kasernengelände aus. Hier wurde eine Auffüllungsmächtigkeit von 4,0 m erbohrt. Die nach 1945 erfolgte Abfallverfüllung der Altablagerung Pestalozzistraße bleibt auf dem Gelände der Kaserne vermutlich auf das unmittelbare Umfeld der oben genannten Sondierungen beschränkt.

6.1 Untergrundverhältnisse des Verdachtsbereichs 1 (Kasernengelände und Kleingärten am Nordwestrand der Altablagerung)

Die Altablagerung Bezirkssportanlage Pestalozzistraße überschreitet die Grundstücksgrenze, wie oben beschrieben, nicht großflächig. Im Nordwestteil der Altablagerung ist eine leichte Ausweitung der ehemaligen Grubenverfüllung auf das westlich angrenzende Kasernengelände, möglicherweise auch in das angrenzende Kleingartengebiet zu vermuten. In der Sondierung **RKS 7** auf dem Kasernengelände und den Sondierungen **RKS 13** und **RKS 14** in den Kleingärten westlich der Altablagerung sind keine Einflüsse durch die Altablagerung „Pestalozzistraße“ erkennbar. Die Sondierung **RKS 12** zeigt zwar eine erhöhte Belastung durch teerhaltige Materialien. Die geringe Mächtigkeit der hier erbohrten



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Auffüllung von 2,5 m weist entweder auf den Randbereich der Altablagerung oder eine spätere Aufhöhung der Zuwegung zum Kleingartengebiet hin.

Westlich der noch teerölhaltigen Sondierungen **RKS 8, 8a und 8 b** werden jedoch noch Verfüllungsstoffe einer über 3 m tiefen Grube angetroffen. In das Kasernengelände hinein zeigen die Sondierungen **RKS 9 bis RKS 11** eine kontinuierlich auf 3,5 m abnehmende Schichtstärke der Auffüllung. In diesen Sondierungen ist eine Materialänderung der Auffüllung gegenüber den Inhaltsstoffen der Altablagerung „Pestalozzistraße“ zu erkennen. Die typischen schadstoffhaltigen jüngeren Abfälle fehlen. Es wurden stattdessen Sande und Schluffe mit wechselnden Anteilen an Bauschutt, untergeordnet auch Schlacken erbohrt. Möglicherweise handelt es sich bei dieser nach Luftbilddauswertungen älteren Ablagerung um die Verfüllung einer Zufahrtsrampe zur ehemaligen „Tongrube Pestalozzistraße“. Diese ältere Verfüllung und Auffüllung des Kasernengeländes wurden nicht eingehender eingegrenzt und untersucht.

6.2 Aufbau des Untergrundes und Lagerungsverhältnisse der südlichen Tongrubenverfüllung (Verdachtsfläche 2)

Im Untergrund der aus älterem Kartenmaterial und Luftbildern recherchierte Verdachtsfläche 2 sind schon aus einer älteren Bohrung des Jahres 1959 bis in eine Tiefe von 2,7 m unter Gelände reichende „Müllverfüllungen“ bekannt (s. Bohrung 2417 09 12 der Anlage 4.1.). Die im Rahmen vorliegender Untersuchungen niedergebrachten Sondierungen RKS 15, 16 und 17 erschlossen z.T. geruchlich auffällige Auffüllungen aus Sanden und Schluffen mit z.T. sehr hohen Anteilen an Bauschutt, Holz und Schlacken. Die Basis aus gewachsenem Klei wurde hier in der Tiefe zwischen 2,7 und 3,1 m unter Gelände angetroffen. In allen drei Sondierungen wurden über den schadstoffverdächtigen Auffüllungsmaterialien eine schadstoffunauffällige Sandabdeckung mit einer Schichtstärke zwischen 0,5 und 1,5 m erbohrt. Die Basis dieser Abfallverfüllung liegt im staunassen Bereich. Der höchste Stauwasserspiegel wurde in der Sondierung RKS 16 in der Tiefe von 1,5 m unter Gelände angetroffen. Die horizontale Ausdehnung dieser Grubenverfüllung ist nicht bekannt. Nach Auswertung älterer Bohrungen ist jedoch nur eine Ausweitung dieser Grubenverfüllung nach Westen möglich, da die Bohrungen an den übrigen Rändern der Altablagerung keine mächtigeren Auffüllungen aufweisen.

7. Hydrogeologische Situation

Im unteren Abschnitt des Auffüllungskörpers der Altablagerung Pestalozzistraße hat sich in der Ziegeleigrube über dem Klei ein Schichtenwasserkörper ausgebildet. In Brunnen B 1, B 2 und B 3 wurde bei den Stichtagsmessungen ein relativ konstanter Schichtenwasserspiegel



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

von ca. 0,35 m NN gemessen, der, für Schichtenwässer ungewöhnlich, über den gesamten Ablagerungskörper auf einem sehr gleichmäßigen Höhenniveau liegt (Hinweis auf gute Wasserwegsamkeiten innerhalb der Verfüllung). Der Wasserspiegel des Schichtenwasserhorizontes liegt damit im Bereich dieser Pegel nur wenige Zentimeter über dem bei 0,27 m NN eingemessenen Wasserspiegel des nördlichen Entwässerungsgrabens (s. Tabelle 1 auf Seite 11).

Ein hoher Anteil des sich im Altablagerungskörper einstauenden Sickerwassers tritt an einer quellartigen Stelle in der Uferböschung des nördlichen Entwässerungsgraben aus und wird nach einer kurzen Fließstrecke des Graben über eine kleine Staustufe in die Kanalisation eingeleitet. Der nördlich der Altablagerung gelegene Randgraben entwässert selbst nach dem trockenen Sommer 2006 den Stauwasserkörper der Altablagerung, so dass mit einem ständigen Austritt von Schichtenwässern aus dem Abfallkörper in den angrenzenden Graben auszugehen ist.

Der Einfluss des nördlichen Entwässerungsgrabens auf die Stauwasserstände der Altablagerung ließ sich bei den Stichtagsmessungen im August 2007 gut nachvollziehen. Da der Grabenabfluss in die Kanalisation verstopft war, staute sich der Graben auf ca. 0,35 m NN und damit auf den Stauwasserspiegel der Altablagerung ein. Durch den behinderten Stauwasserabfluss in den Entwässerungsgraben stieg auch der Stauwasserstand des dem Graben am nächstgelegenen Brunnen B 2 am deutlichsten an. In dem Grabenwasser wurden wegen des verminderten Stauwassereintrages bei der Beprobung im August 2007 nur Spuren von PAK-Verunreinigungen festgestellt.

Der Schichtenwasserspiegel der Altablagerung liegt mit seinen NN-bezogenen Wasserständen von ca. 0,35 m NN unter der Höhe der ursprünglichen Geländeoberfläche der Umgebung (0,7 m NN nach topographischer Karte von 1892), so dass ein „Überlaufen“ des ehemaligen Tongrubenrandes in die umgebende Geländeauffüllung nur lokal in geringem Umfang möglich ist.

Das hydraulische Druckgefälle vom Stauwasserkörper über dem Klei auf den Grundwasserleiter unter der Kleideckschicht ist gering, da der um 0,35 m NN schwankende Stauwasserspiegel auf dem Höhenniveau des in der GGPB, Karte B mit ca. 0,3 m NN angegebenen entspannten Grundwasserspiegels liegt. Nach dieser Karte ist die Grundwasserfließrichtung unter der Altablagerung nach West-Nordwesten gerichtet.

Bei einer grob orientierenden Wasserhaushaltsbetrachtung der Altablagerung muss davon ausgegangen werden, dass auf der ca. 50.000 m³ großen Altablagerungsfläche bei einer Mindestversickerung von 300 mm/Jahr 15.000 m³/Jahr an Sickerwasser anfällt (Niederschlagsmenge Bremerhaven 700 mm/Jahr, Abschätzung der Sickerwasserneubildung für Flächen „überwiegend lehmiger Sand ohne Bewuchs“).



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Würde die gesamte abgeschätzte jährliche Sickerwasserrate der Altablagerung in den nördlichen Entwässerungsgraben überlaufen, würde dieses einer durchschnittlichen Tagesrate von ca. 40 m³ entsprechen. Zumindest zeitweise entsprechen die in dem Graben zu beobachteten Abflussmengen nach grober Abschätzung dieser Abflussrate, so dass die Stauwasserneubildung der Altablagerung zum überwiegenden Anteil über den Graben in die Kanalisation abgeleitet wird und nur zu einem geringen Anteil vertikal durch die Kleideckschichten in den unterlagernden Grundwasserleiter oder in die Altablagerungsflanken versickern kann.

Die hydrogeologische Situation der neu erkundeten älteren Tongrube südlich der Altablagerung „Pestalozzistraße“ entspricht der der nördlich gelegenen Grube, wobei für diese Grube keine Angaben über das Stauwasserverhalten getroffen werden können. Aufgrund der geringer mit wassergefährdenden Stoffen belasteten Grubenverfüllung ist mit geringen Schadstofffrachten über den Sickerwasserpfad zu rechnen. Daher ist die Klärung des Wasserhaushaltes dieser älteren südlichen Tongrube nach unserer Einschätzung von nachrangiger Bedeutung.

8. Gefährdungsabschätzung

8.1 Schadstoffinventar der Altablagerung „Bezirkssportanlage Pestalozzistraße“ (Verfüllung nach 1945)

Die stellenweise verölten Hausmüll-, Bauschutt- und Gewerbeabfälle weisen z.T. hohe Belastungen mit umweltrelevanten Schadstoffen auf (s. Tabelle der Anlage 5.1 und 5.2).

Insbesondere im westlichen Teil der Altablagerung wurde bei den Untersuchungen im November 2006 eine Grundbelastung des Müllkörpers mit **Mineralölkohlenwasserstoffen** festgestellt. Die Belastungen lagen hier zwischen 1.700 mg/kg (KRB 5) und 8.200 mg/kg (KRB 12). Diese Belastungsschwerpunkte lagen im unteren Abschnitt des Auffüllungskörpers. Bei den Mineralölkohlenwasserstoffen handelte es sich um hochsiedende Verbindungen. Die wasserlöslicheren KW-Anteile sind entweder bereits abgebaut oder es wurden nur hochsiedende Mineralölfraktionen in die Altablagerung abgekippt (Hydrauliköle, Schmieröle etc.). Die nachgewiesenen langkettigen Mineralölkohlenwasserstoffe bilden aufgrund ihrer geringen Wasserlöslichkeit und der geringen humantoxikologischen Bedeutung ein untergeordnetes Gefahrenpotential für die Umwelt.

Die lokal in den Abfällen ermittelten hohen Konzentrationen an **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)** lagen bei der 2006 durchgeführten Untersuchung in 6 der 11 auf PAK analysierten Proben bei PAK-Gehalte um 100 mg/kg.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Das Einzelstoffspektrum der auf PAK analysierten Proben zeigt in den meisten Proben Schwerpunkte im wasserunlöslichen 4- bis 6-Ring-Aromatenbereich. Im Westteil der Altablagerung wurden jedoch auch PAK-reiche Teeröle mit hohen Anteilen von wasserlöslicheren 2-bis 4 Ring-Aromaten in den Abfällen nachgewiesen. Eine im März 2007 am Westrand des Sportplatzgeländes niedergebrachte Rammkernsondierung RKS 4 stieß in der Tiefe von 1,7-2,3 m unter Gelände auf Teeröle mit einem PAK-Gehalt von ca. 4.000 mg/kg mit überwiegenden PAK-Anteilen im wasserlöslichen 2- und 3-Ringaromaten-Spektrum. Die vorliegenden Eingrenzungsuntersuchungen auf dem westlich dieser Sondierung gelegenen Kasernengelände ergaben im Umfeld der aufgrund von Bohrhindernissen mehrfach umgesetzten Sondierungen RKS 8, 8a und 8b ebenfalls teerölverunreinigten Auffüllungen, die in einer Probe der RKS 8b/1 der Tiefe 3,5-4,0 m einen PAK-Gehalt von 5.284 mg/kg mit hohen Anteilen wasserlöslicher 2- und 3-Ring-Aromaten aufweist.

Auch die in vorliegender Eingrenzungsuntersuchung am Fußweg zum Kleingartengebiet nördlich des Sportplatzes niedergebrachte Sondierung RKS 12 erfasst vermutlich noch den Rand der nach 1945 aufgebrachten jüngeren Abfälle, da in dem hier erbohrten Bauschutt erst in jüngerer Zeit verwendeter künstlicher Kalksandsteinbruch angetroffen wurde. In der Tiefe zwischen 1,5 und 2,5 m wurde in dem geruchlich unauffälligen Bohrgut eine PAK-Summe von 801 mg/kg nachgewiesen. Hier tritt der 2- und 3-Ringaromaten-Anteil gegenüber den teerölhaltigen Proben etwas zurück und ist möglicherweise auf Teerpappeanteile zurückzuführen. Die Auffüllungsmächtigkeit beträgt hier nur 2,5 m und entspricht damit eher der der nördlich angrenzenden Auffüllungsbereiche.

Die Sondierungen RKS 13 und RKS 14 in dem Kleingartengebiet unmittelbar an der Grenze zur Altablagerung liegen, wie die Bodenauffüllungen mit Schluffmaterial zeigen, eindeutig außerhalb der Altablagerung und sind entsprechen PAK-unauffällig.

Die im November 2006 stichpunktartig durchgeführten **Schwermetalluntersuchungen** zeigen die für Hausmüll- und Gewerbeabfälle typischen Anreicherungen von **Blei und Zink** und einen untypisch hohen **Nickelanteil** in einer Einzelprobe (KRB 6/1, 1.600 mg/kg). Die Schwermetalle zeigten nur geringe Wasserlöslichkeiten im Eluat, so dass kein hohes Wirkungspotential über den Sickerwasserpfad zu erwarten war.

Cyanide wurden bei der 2006 durchgeführten Untersuchung nicht in umweltrelevanten Konzentrationen nachgewiesen (max. 4,3 mg/kg). Gleiches gilt für den erhobenen **Phenol-Index** (max. 5,6 mg/kg).



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

8.1.1 Schadstoffinventar des Verdachtsbereiches 1

Der nördliche, heute als Kleingartengebiet genutzte Anteil dieser Verdachtsfläche zeigt in den im Juni 2007 durchgeführten eingrenzenden Sondierungen RKS 13 und RKS 14 eine schadstoffunauffällige Bodenauffüllung aus schluffigem Bodenmaterial mit geringen Fremdstoffanteilen. Die zur Beweissicherung analysierten Proben der Auffüllung zeigen in den Analysen geringe Schwermetallgehalte, die für schluffige Bodenauffüllungen natürlicherweise typisch sind. Auch die ermittelten PAK-Gehalte um 1,0 mg/kg in der EPA-Summe entsprechen dem Belastungsgrad natürlicher, urbaner Böden.

Die Sondierungen RKS 7 bis 11 auf dem südlich an das Kleingartengebiet, westlich an das Sportgelände angrenzenden Kasernengelände dienten vorrangig zur Eingrenzung der teerölverunreinigten Abfälle ab Westrand der Altablagerung „Bez.Sportanlage Pestalozzistraße“. Diese nach 1945 aufgefüllten Abfälle wurden in den Sondierungen RKS 8, 8a und 8b angetroffen und sind oben beschrieben. In den Sondierungen RKS 9, 10 und 11 wurden ältere Auffüllungsstoffe erbohrt, die aufgrund der angetroffenen Auffüllungsmaterialien aus Sanden und Schluffen mit wechselnden Ziegel- und Bauschutt-, untergeordnet auch Schlackeanteilen ein wesentlich geringeres Schadstoffpotential aufweisen als die östlich angrenzenden jüngeren teerölbelasteten Abfälle. Die zwischen 3,2 und 3,7 m mächtige ältere Tongrubenverfüllung wurde mit Rückstellproben beprobt. Aufgrund der Fragestellung, der augenscheinlich geringen Materialbelastung und angesichts der weniger sensiblen Flächennutzung wurde aus der älteren Auffüllung des Kasernengeländes kein Probenmaterial der Analytik zugeführt. Im Zuge einer späteren Konversion des Kasernengeländes ist diese ältere Grubenverfüllung einer gesonderten, auf die spätere Nutzung angepassten Gefährdungsabschätzung zu unterziehen.

8.1.2 Schadstoffinventar der älteren südlichen Grubenverfüllung (Verdachtsbereich 2)

Der aus der topographischen Karte von 1892 abgeleitete Verdacht auf die Verfüllung einer älteren Tongrube südlich der Altablagerung Bez. Sportanlage Pestalozzistraße hat sich in drei hier niedergebrachten Rammkernsondierungen bestätigt.

Die Analysen von 4 hier entnommenen Proben aus dem Verfüllungskörper der älteren Tongrube auf die Stoffgruppe der **PAK** ergaben eine PAK-Konzentration zwischen 17,2 und 97,5 mg/kg. Der Anteil wasserlöslicher 2- bis 4- Ringaromaten ist gering. Der für die Gefährdungsabschätzung des Pfades Boden→Mensch toxikologisch relevante PAK-Einzelstoff Benzo(a)pyren liegt in Konzentrationen zwischen 1,5 und 7,9 mg/kg.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Die Verfüllungssubstanzen dieser älteren Tongrube weisen auch hohe Schwermetallgehalte auf. Insbesondere die Parameter „Blei“ (Max.-Wert 2.600 mg/kg) und Kupfer (Max.-Wert 630 mg/kg) sind auffällig.

In der Sondierung RKS 15 auf dem Kinderspielplatz scheint der oberflächennahe Abfallkörper in der Tiefe zwischen 0,5 und 1,0 m direkt unter den aufgetragenen Spielplatzsanden deutlich geringere Belastungen aufzuweisen als die tiefere Verfüllung. Dennoch liegt der Bleigehalt von 310 mg/kg in der oberflächennahen Probe über dem Prüfwert Pfad Boden→Mensch der BBodSchV für Kinderspielflächen (tieferer Probe dieser Sondierung Blei 2.600 mg/kg). Eine Verlagerung dieser Belastung in die Bewertungstiefe 0-0,35 m unter Gelände der BBodSchV ist daher zu vermeiden.

8.2 Wirkung der Altablagerung „Bez. Sportanlage Pestalozzistraße“ auf angrenzende Schutzgüter

8.2.1 Wirkungspfad Boden→ Mensch

Die nachweislich z.T. hoch mit humantoxikologisch relevanten Schadstoffen belasteten Abfallstoffe lagern flächendeckend unter schadstoffunauffälligen Bodenabdeckungen, deren Schichtstärke deutlich über dem in der BBodSchV vorgegebenen Bewertungsbereich von 0-0,1 m unter Geländeoberfläche für den Gefährdungspfad Boden→Mensch auf Park- und Freizeitanlagen liegt. Daher ist eine Gefährdung der Flächennutzer über diesen Gefährdungspfad auszuschließen. Aufgrund der für die derzeitige Nutzungsart in der BBodSchV vorgegebenen hohen Schadstofftoleranzen wurden somit keine eingehenderen Untersuchungen dieses Gefährdungspfades erforderlich. Es sei aber bemerkt, dass der überwiegende Anteil der analysierten Bodenproben Belastungen aufweist, die selbst bei einer Lagerung unmittelbar an der Geländeoberfläche bei derzeitiger Nutzung keine Gefahr über den direkten Schadstoffkontakt bedeuten würden.

8.2.2 Wirkungspfad Boden→ Sickerwasser

Die Gefährdungsabschätzung über den Sickerwasserpfad gemäß BBodSchV ist derzeit noch nicht beprobungs- und labortechnisch umsetzbar. Das Gefährdungspotential über den Sickerwasserpfad soll daher auf der Grundlage des Lösungs- und Transportverhaltens der ermittelten Schadstoffe und der Bewertung der Schichtenwasserprobe aus den Stauwasserbrunnen und dem Stauwasseraustritt in den nördlichen Randgraben abgeschätzt werden.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Als organische Schadstoffverbindungen bilden die z.T. deutlich erhöhten **PAK- und MKW-**Belastungen der Abfälle ein erhöhtes Ausgangsrisiko (s. Analysen der Anlage 6.1 und 6.2).

Mineralölkohlenwasserstoffe wurden in keiner der Stauwasserproben nachgewiesen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da die Mineralölkohlenwasserstoffe der untersuchten Abfallproben überwiegend aus hochsiedenden Verbindungen bestehen, die kaum wasserlöslich sind. Zudem werden in Lösung gegangene Mineralöl-Kohlenwasserstoffe relativ gut mikrobiologisch abgebaut und bilden daher ein nur untergeordnetes Gefährdungspotential für den unterirdischen Wasserpfad.

Auch Mineralölbegleitstoffe wie **Einkernaromaten (BTEX)** sind auf dem Sickerwasser-Grundwasserpfad nicht feststellbar. Vermutlich sind diese flüchtigen und wasserlöslichen Aromaten entweder ursprünglich im Abfall nicht vorhanden oder aber bereits abgebaut.

Die nachgewiesenen **PAK-Inhaltsstoffe** des Abfallkörpers ließen jedoch aufgrund der hohen Anteile wasserlöslicher 2- bis 4-Ringaromaten eine Wirkung auf das Sickerwasser der Altablagerung erwarten, die sich auch in den analysierten Sickerwasserproben bestätigt.

Die Sickerwasserbrunnen B 1 und B 2 zeigen in den bisherigen Untersuchungen relativ geringe PAK-Gehalte bei Konzentrationsschwankungen zwischen 1,4 und 8,1 µg/l (EPA-Summe), wobei der Brunnen B 1 stets etwas höhere Gehalte aufweist als der Brunnen B 2. Der Brunnen B 3 am Südrand der Altablagerung zeigt hingegen deutlich geringere PAK-Belastungen < 1 µg/l. Diese PAK-Gehalte sind für Sickerwässer von Altablagerungen mit Anteilen von Gewerbeabfällen, wie hier nachgewiesen, eher als gering einzustufen. Die PAK-Spektren der Brunnen B 1, B 2 und B 3 weisen nur die wasserlöslichen 2- bis 4-Ringaromaten auf, eine Probenverfälschung durch mobilisierte Feststoffanteile in den Wasserproben ist nicht erkennbar. Die PAK-Belastungen der Stauwasserproben korrelieren in ihrer Konzentration und den PAK-Spektren gut mit den PAK-Gehalten der Wasserproben aus dem Abfluss in den nördlichen Randgraben der Altablagerung. Dieser Graben zeigte bei der letzten Beprobung deutlich geringere PAK-Belastungen, da der Graben bei dieser Beprobung durch einen verstopften Abfluss in die Kanalisation auf das Stauwasserniveau der Altablagerung eingestaut war und kein Sickerwasser aus dem Altablagerungskörper aufnehmen konnte.

Dem von Anwohnern geäußerten Verdacht auf Verbringung von Kampfmittel aus dem 2. Weltkrieg in die Ziegeleigrube wurde durch eine Grundwasseruntersuchung auf **Nitroaromaten** nachgegangen (Hauptbestandteil von Sprengstoffen). Diese wasserlösliche Stoffgruppe konnte im Sickerwasser der Altablagerung nicht nachgewiesen werden, so dass kein Hinweis auf Kampfstoffe in der Altablagerung vorliegt.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Zusammenfassend lassen sich angesichts der hohen Schadstoffgehalte in den Abfallstoffen der Altablagerung in den bisherigen Beprobungen des Schichten- und Grundwassers nur relativ geringe Schadstofffrachten über den Sickerwasser- → Stauwasserpfad erkennen.

8.2.3 Gefährdung der Schutzgüter „Grundwasser“ und „angrenzende Oberflächengewässer“

Die im Stauwasser der Altablagerung festgestellten Schadstoffbelastungen werden zwar in den nördlichen teilverschütteten Randgraben eingetragen. Dieser Randgraben wird aber nach kurzer Fließstrecke in die Mischkanalisation eingeleitet, so dass eine weitere Schadstoffverfrachtung über das Oberflächenwasser nicht möglich ist.

Eine Schadstoff-Durchsickerung der Kleibasisschichten der Altablagerung ist ebenfalls sehr unwahrscheinlich, da die PAK als Hauptschadstoffgruppe bei den nachgewiesenen geringen Konzentrationen auf dem Sickerwasserpfad durch den Klei gesichert von den hohen organischen Anteilen des Kleis adsorbiert werden und nicht bis zum unter dem Klei lagernden Grundwasserleiter gelangen können. Zudem ist auf der langen Sickerwasserstrecke bis zum Grundwasserspiegel unter dem Klei trotz der anaeroben Untergrundverhältnisse zusätzlich mit einem mikrobiologischen Abbau der 2- und 3-Ringaromaten zu rechnen. Nicht adsorbierbare Sickerwasser-Inhaltsstoffe, wie z.B. Ammonium, liegen in so geringen Konzentrationen vor, dass eine Grundwassergefährdung nicht zu besorgen ist. Die im Rahmen vorliegender Untersuchung durchgeführte Grundwasseruntersuchung eines im GW-Abstrom der teeröhlhaltigen Abfälle gelegenen, im Hauptgrundwasserleiter unter dem Klei verfilterten Gartenbrunnens bestätigt aufgrund nicht nachweisbarer PAK-Gehalte in der Brunnenwasserprobe die wirksame Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.

8.2.4 Bewertung der Bodenluft

Die Historie der Altablagerung (Verfüllung vor mehr als 50 Jahren) und die Ergebnisse der 2006 durchgeführten Bodenluftuntersuchungen ließen keine Gefährdung durch deponietypische Gase, insbesondere Methan, erkennen. Wie auch die Stauwasseruntersuchungen belegt, ergaben die Bodenluftuntersuchungen kein Hinweis auf leichtflüchtige Aromaten im Altablagerungskörper.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

8.3 Gefährdungsabschätzung der sensibel genutzten älteren Altablagerung südlich der Sportanlage „Pestalozzistraße“ (Verdachtsbereich 2)

In den Verfüllungsmaterialien der südlichen, vor 1945 verfüllten Tongrube wurden erhöhte Schwermetall- und PAK-Belastungen festgestellt.

Eine Beeinträchtigung des Grundwassers unterhalb der Kleideckschicht des Aquifers kann aufgrund der oben beschriebenen Schutzfunktion der mehr als 10 m mächtigen Kleideckschicht ausgeschlossen werden.

Über die Stauwasserbeschaffenheit und das Stauwasserfließverhalten liegen keine Erkenntnisse vor. Schwermetalle weisen meist sehr geringe Frachten auf dem Sickerwasserpfad auf und sind selten ein Gefahrenpotential für die wassergesättigte Bodenzone.

Aufgrund der sensiblen Flächennutzung steht der Gefährdungspfad Boden→Mensch im Vordergrund einer Gefährdungsabschätzung. Über die direkte Kontaktmöglichkeit auf der Fläche spielender Kinder mit den Schadstoffen der Abfallstoffe liegen keine Untersuchungsergebnisse gemäß den Anforderungen der BbodSchV vor, da die bisherigen Probenahmen aus Tiefen unterhalb der nach BBodSchV für den Gefährdungspfad Boden→Mensch auf Kinderspielflächen vorgegebenen Tiefe von 0-0,35 m liegen. Die ermittelten Schwermetall- und Benzo(a)pyrengehalte der tieferen Auffüllung überschreiten die Prüfwerte für Kinderspielflächen jedoch z.T. deutlich, so dass eine Schadstoffverlagerung aus den Abfällen an die Geländeoberfläche in die Bewertungstiefe der BbodSchV nicht gesamtflächig ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der in den 3 Rammkernsondierungen festgestellten Abfallüberdeckung mit 0,5 m schadstoffunauffälligem Sand erscheint eine Gefährdung der Flächennutzer über den Pfad Boden→Mensch aber eher unwahrscheinlich zu sein.

9. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlung

Die Altablagerung „Bez. Sportanlage Pestalozzistraße“ ist mit umweltrelevanten Abfallstoffen verfüllt. Sie enthält insbesondere im Westteil sehr hohe Anteile an Mineral- und Teerölen, die zu einer Gefährdung über den Wasserpfad führen können. Die Teerölkontaminationen lassen sich in geringfügigem Umfang auch nach Westen bis auf das angrenzende Kasernengelände verfolgen. Die eingrenzenden Untersuchungen auf dem Kasernengelände ergaben, dass die bis auf dieses Grundstück reichende jüngere Teerölverunreinigung jedoch nur sehr geringe Flächenanteile dieses Grundstückes einnimmt, nach Westen aber an eine ältere, weniger schadstoffauffällige Grubenverfüllung angrenzt, die nicht abschließend eingegrenzt wurde.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Bei derzeitiger Lagerung der Abfälle und unter Berücksichtigung der Schwerflüchtigkeit der ermittelten Schadstoffe ist eine direkte Gefährdung der Flächennutzer durch die Altablagerung „Pestalozzistraße“ auszuschließen.

Die z.T. sehr hohen PAK- und Mineralölkohlenwasserstoffgehalte mit z.T. hohen Anteilen wasserlöslicher Einzelstoffe im PAK-Spektrum bilden ein Gefährdungspotential für den Pfad Boden → Sickerwasser → angrenzende Gewässer.

Aus den Untersuchungsergebnissen lässt sich eine Freisetzung von polycyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen aus den Abfallstoffen in das Sickerwasser nachweisen. Das Sickerwasser wird aber zum überwiegenden Anteil in dem nördlichen Randgraben der Altablagerung gefasst und nach kurzer oberirdischer Fließstrecke in die Kanalisation abgeleitet.

Eine Gefährdung des Hauptgrundwasserleiters durch die im Deponiesickerwasser gelösten Mineralölkohlenwasserstoffe und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ist aufgrund der mehr als 10 m mächtigen bindigen Deckschichten (Wechsellagerung aus Schluffen, Tonen und Torfen) und der guten Adsorbierbarkeit der als Hauptkontaminanten auffälligen Stoffgruppe der PAK unwahrscheinlich. Ein im Abstrom der Altablagerung gelegener Gartenbrunnen zeigt keine PAK-Belastungen des unter dem Klei lagernden Hauptgrundwasserleiters.

Die Notwendigkeit von aufwendigeren technischen Sicherungs-/Sanierungsmaßnahmen (Einkapselung, Aushub von Belastungsschwerpunkten, vollständige Stauwasserfassung und Abreinigung) zur unmittelbaren Gefahrenabwehr ist bisher nicht erkennbar.

Für die Umsetzung einer geordneten Nachsorge der Altdeponie ist eine geregelte Fassung und Überwachung der in den nördlichen Randgraben austretenden Deponiesickerwässer vorzunehmen, da nur so ein diffuser Schadstoffaustrag über den Stauwasserpfad weitgehend minimiert werden kann. Der Entwässerungsgraben am Nordrand der Altablagerung ist nur auf einer Strecke von ca. 20 m unmittelbar vor der Einleitung in die Kanalisation wasserführend, da der westliche Verlauf des Grabens teilverfüllt ist. Dieser Graben sollte in seinem gesamten Verlauf mit entsprechendem Gefälle für die Deponieentwässerung hergestellt werden. Die Vorfluterfunktion des Grabens ist dauerhaft zu gewährleisten.

Alternativ könnte eine unterirdisch unter der Grabensohle verlegte Drainung als geordnete Ableitung in die Kanalisation vorgesehen werden. Diese Drainung bietet gegenüber einem offenen Gewässer den Vorteil einer Unterbindung der Kontaktmöglichkeit der Allgemeinheit mit dem kontaminierten Sickerwasser. Nachteilig ist der höhere Wartungsaufwand der Drainung, da das Sickerwasser augenscheinlich sehr eisenhaltig ist und zu einer starken



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Verockerung der Drainung führen würde. Ein offener Entwässerungsgraben sollte jedoch als Abwassersammler umzäunt und somit der Öffentlichkeit unzugänglich gemacht werden.

Eine zusätzliche Entwässerung der Deponie über den westlichen, derzeit meist trocken liegenden Graben durch eine Vertiefung der Grabensohle wird nicht empfohlen, da hierdurch eine Freilegung und Mobilisierung der im Grabenverlauf nachgewiesenen Teeröle zu befürchten ist. Eine Drainung der Deponiewässer am Westrand der Altablagerung und Anbindung der Drainwässer in die Entwässerung des Nordgrabens würde zwar eine zusätzliche hydraulische Sicherung der Altablagerung nach Westen bedeuten. Es muss aber befürchtet werden, dass über die Drainung an der Sohle des Westgrabens eine derart hohe PAK-Mobilisierung in das Drainwasser erfolgt, dass eine Indirekteinleitung in die Kanalisation ohne kostenintensive Vorbehandlung nicht mehr möglich ist.

Die Stauwässer der Altablagerung sollten in den Brunnen B 1, B 2 und B 3 jährlich auf PAK analysiert werden. Das Grabenwasser vor der Einleitstelle in die Kanalisation sollte halbjährlich beprobt und auf die Parameter PAK, MKW, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Eisen, Schwermetalle und Sulfat untersucht werden.

Die stichpunktartig erkundete ältere Tongrubenverfüllung südlich der Altablagerung „Pestalozzistraße“ sollte aufgrund der sensiblen Flächennutzung eingehender in Bezug auf den Gefährdungspfad Boden→Mensch erkundet werden. Neben einer Oberbodenbeprobung entsprechend der BBodSchV sollte in 1,0 m tiefen Sondierungen die Schichtstärke der schadstoffunauffälligen Bodenüberdeckung der Abfälle flächig ermittelt werden. Eingehendere Erkundungen (Beprobungen der Inhaltsstoffe, Bodenluftuntersuchungen, etc.) halten wir wegen des Alters der Verfüllung und der zu erwartenden relativ geringen Schadstoffbelastung der Altablagerung für nicht zwingend erforderlich.

Bei Erdarbeiten in dem Altablagerungskörper der Altablagerungen „Pestalozzistraße“ und der südlichen älteren Tongrube sind die Arbeitsschutzrichtlinien für das Arbeiten in kontaminierten Bereichen zu berücksichtigen. Falls auf der Untersuchungsfläche Eingriffe in den Untergrund vorgenommen werden, sind diese arbeitssicherheitstechnisch zu überwachen. Die BGR 128 (Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen) enthält entsprechende Regelungen. Verhaltensweisen bei Erdarbeiten und Baumaßnahmen auf der Altablagerungsfläche sollten mit den zuständigen Behörden eingehender abgestimmt werden.

Die ausgehobenen Auffüllungen der genannten Altablagerungskörper (Abfälle unterhalb der gering belasteten Sand-/Bauschuttüberdeckung) sind i.d.R. als nicht wieder verwertbare Abfälle zu entsorgen.



Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Im Bereich der südlicheren älteren Tongrubenverfüllung ist aufgrund der sensiblen Flächennutzung und der geringmächtigen Abfallüberdeckung dringend zu raten, alle Erdarbeiten so durchzuführen, dass keine Vermischungen oberflächennaher Bodenschichten mit den unterlagernden Abfallstoffen erfolgen kann.

Bremen, den 25.08.2007

Dr. Pirwitz Umweltberatung

Dr. Kasimir Pirwitz
(Dipl.-Geologe)



Untersuchungsfläche



Dr. Pirwitz Umweltberatung 28 876 Oyten 28 207 Bremen Clüverdamm 54 Hastedter Heerstr. 76 Tel.: 04207 - 3341 Tel.: 0421 - 43 41 556 Fax: 04207 - 3342 Fax: 0421 - 43 41 557			
Projekt: Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld			
Titel: <h2>Übersichtsplan</h2>			
Auftraggeber: Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde			
 Bearbeiter: PIR/Th	 Datum: 03.09.2007	 Maßstab: 1 : 19.000	 Anlage: 1.



Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
 Clüverdamm 54
 Tel.: 04207 - 3341
 Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
 Hastedter Heerstr. 76
 Tel.: 0421 - 43 41 556
 Fax: 0421 - 43 41 557



Projekt:
 Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße
 und deren Umfeld

Titel:

Luftbild von 1945 mit Verdachtsbereiche

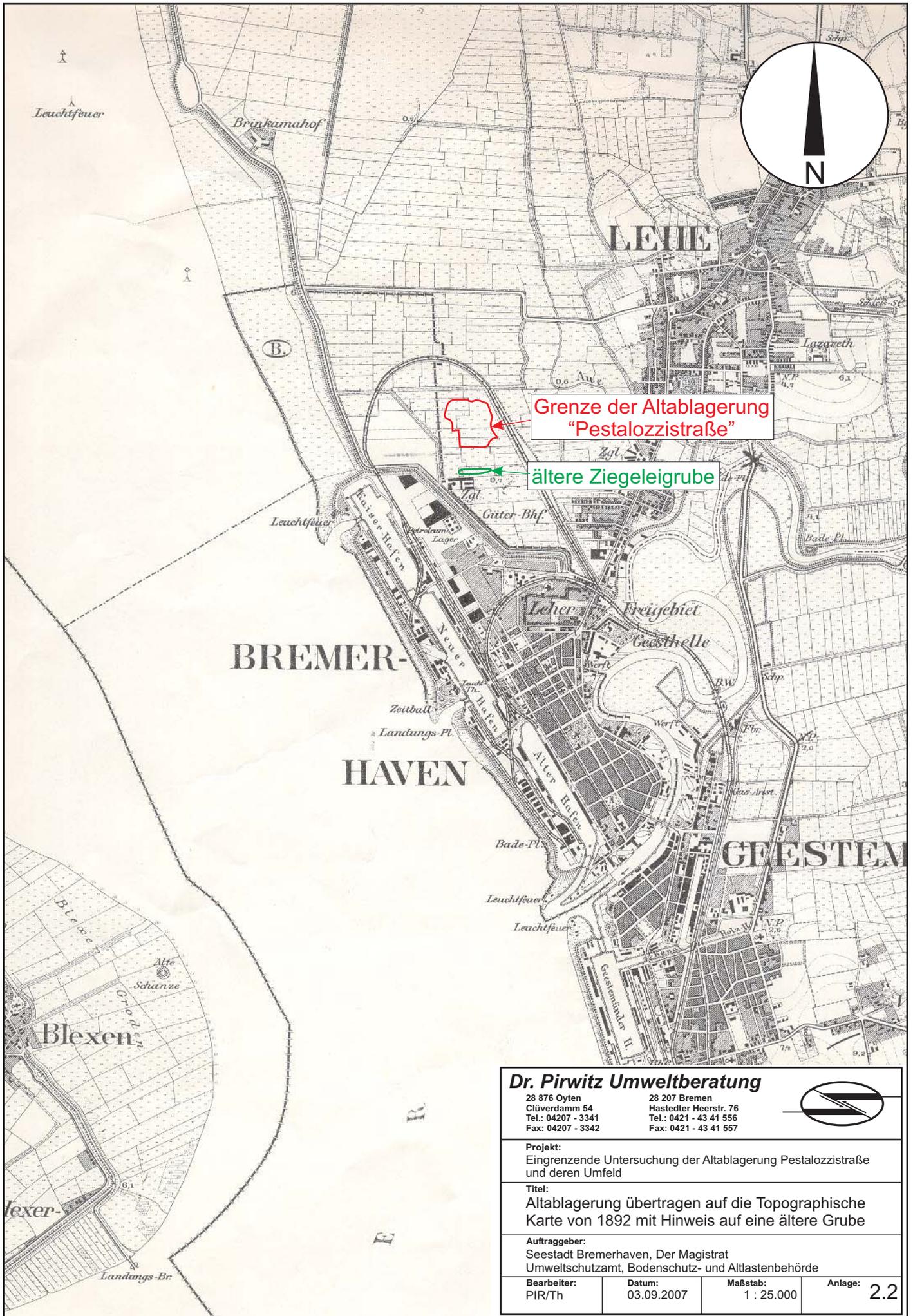
Auftraggeber:
 Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
 Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Bearbeiter:
 PIR/Th

Datum:
 03.09.2007

Maßstab:
 ohne

Anlage: 2.1



Grenze der Altablagerung
"Pestalozzistraße"

ältere Ziegeleigrube

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557



Projekt:
Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße
und deren Umfeld

Titel:
Altablagerung übertragen auf die Topographische
Karte von 1892 mit Hinweis auf eine ältere Grube

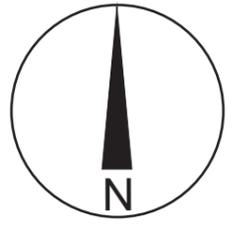
Auftraggeber:
Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Bearbeiter:
PIR/Th

Datum:
03.09.2007

Maßstab:
1 : 25.000

Anlage:
2.2

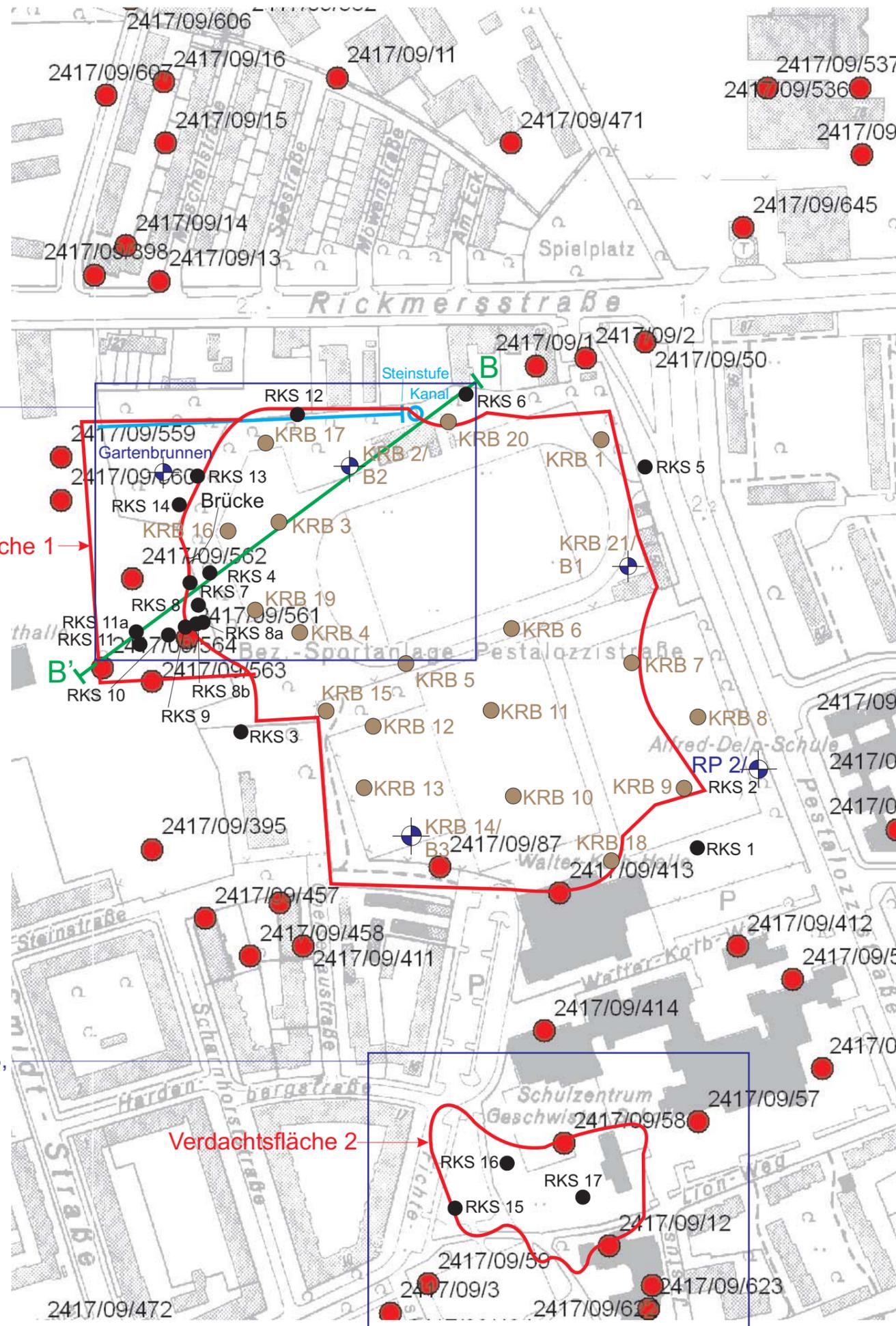


Kartenausschnitt Anlage 3.2,
Rammkernsondierungen
RKS 4 u. 6 - 14

Verdachtsfläche 1

Kartenausschnitt Anlage 3.3,
Rammkernsondierungen
RKS 15 - 17

Verdachtsfläche 2



Legende:

- KRB Rammkernsondierungen 2006
- RKS Rammkernsondierung 2007
- 2417/09/414 Bohrsondierungen Bohrarchiv Außenstelle Bremen
- ⊕ Brunnen
- Profilschnitt
- Grenze ehemaliger Teich

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oytzen
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557

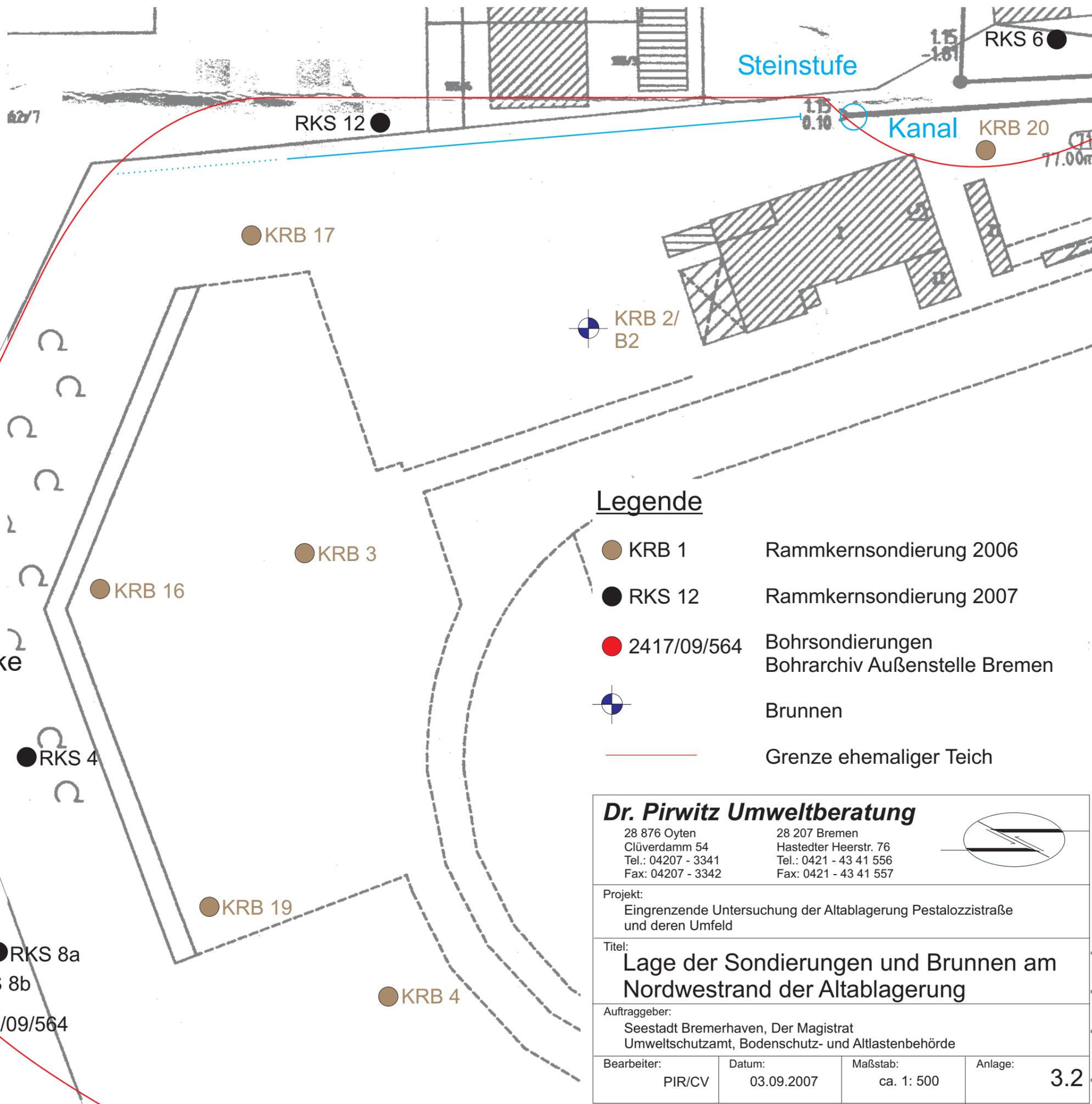


Projekt:
Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Titel:
Lage aller Sondierungen und Brunnen

Auftraggeber:
Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Bearbeiter: PIR/Th	Datum: 03.09.2007	Maßstab: ca. 1 : 2.500	Anlage: 3.1
-----------------------	----------------------	---------------------------	-----------------------



Legende

-  KRB 1 Rammkernsondierung 2006
-  RKS 12 Rammkernsondierung 2007
-  2417/09/564 Bohrsondierungen Bohrarchiv Außenstelle Bremen
-  Brunnen
-  Grenze ehemaliger Teich

Dr. Pirwitz Umweltberatung			
28 876 Oyten Clüverdamm 54 Tel.: 04207 - 3341 Fax: 04207 - 3342		28 207 Bremen Hastedter Heerstr. 76 Tel.: 0421 - 43 41 556 Fax: 0421 - 43 41 557	
Projekt: Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld			
Titel: Lage der Sondierungen und Brunnen am Nordwestrand der Altablagerung			
Auftraggeber: Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde			
Bearbeiter: PIR/CV	Datum: 03.09.2007	Maßstab: ca. 1: 500	Anlage: 3.2



2417/09/414

2417/09/

Schulzentrum
Geschwister

2417/09/57

2417/09/58

RKS 16

RKS 17

RKS 15

2417/09/12

2417/09/59

2417/09/3

2417/09/

2417/09/62

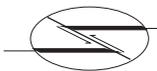
Legende

- RKS 12 Rammkernsondierung 2007
- 2417/09/564 Bohrsondierungen Bohrarchiv Außenstelle Bremen

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557



Projekt:
Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Titel:
Lage der Sondierungen in der älteren Südgrube der Altablagerung

Auftraggeber:
Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Bearbeiter: PIR/CV	Datum: 03.09.2007	Maßstab: ca. 1: 1.000	Anlage: 3.3
-----------------------	----------------------	--------------------------	----------------



Ausgewählte Bohrprofile des Bohrarchivs
des NfB



Profile der KRB

Dr. Pirwitz Umweltberatung 2006



Profile der RKS

Dr. Pirwitz Umweltberatung 2007

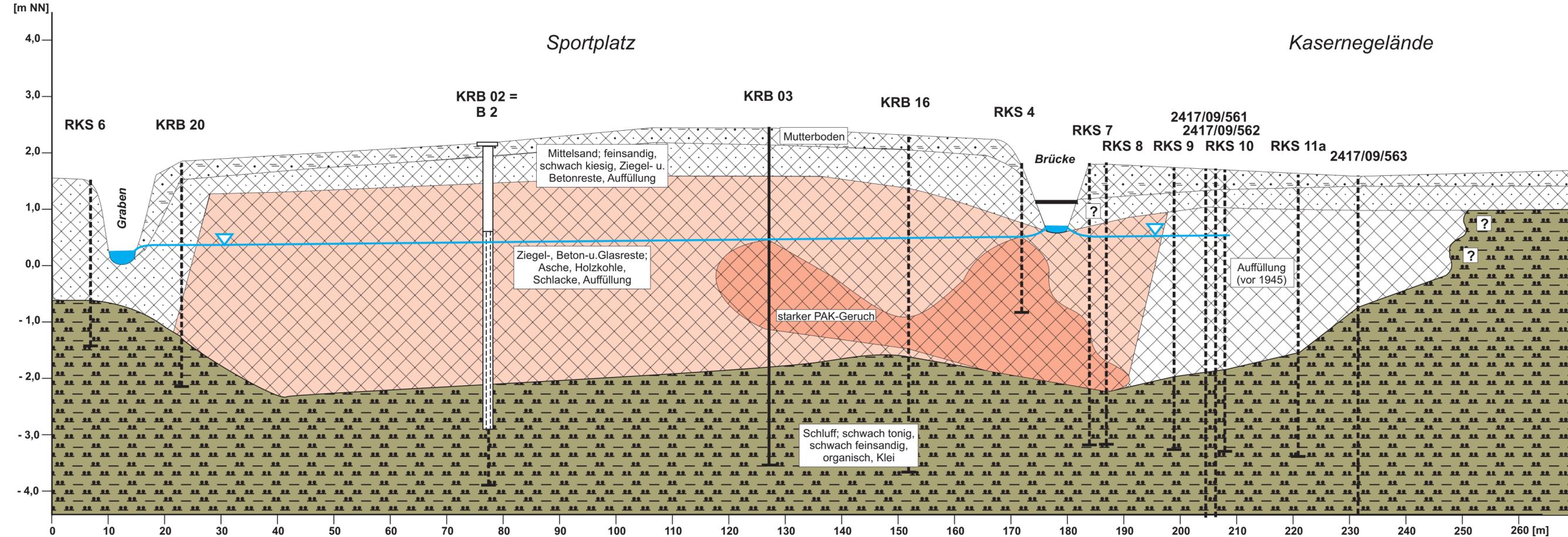


Ausbau der Stauwasserbrunnen

Profilschnitt B - B'

B
Nordost

B'
Südwest



Legende

- Rammkernsondierung
- Rammkernsondierung, auf Profilschnittlinieprojiziert
- Grundwassermessstelle
- Schichtenwasserstand

Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 876 Oyten
Clüverdamm 54
Tel.: 04207 - 3341
Fax: 04207 - 3342

28 207 Bremen
Hastedter Heerstr. 76
Tel.: 0421 - 43 41 556
Fax: 0421 - 43 41 557

Projekt:
Eingrenzende Untersuchung der Altablagerung Pestalozzistraße und deren Umfeld

Titel:
Profilschnitt B - B'

Auftraggeber:
Seestadt Bremerhaven, Der Magistrat
Umweltschutzamt, Bodenschutz- und Altlastenbehörde

Bearbeiter: PIR/Th	Datum: 03.09.2007	Maßstab: Höhe 1:50 Länge 1:500	Anlage: 5.
-----------------------	----------------------	--------------------------------------	---------------

Projekt/Pestalozzistraße BHV 2007/09/08

Pestalozzistraße, Bremerhaven: Analysen der Bodenproben 2006

Probenbezeichnung		KRB 3/2 22695 0,5-3,7m	KRB 4/1 22696 1,7-3,7m	KRB 4A/1 22697 0,7-3,3m	KRB 5/1 22698 1,5-3,5m	KRB 6/1 22699 0,9-2,0m	KRB 7/1 22700 1,1-4,5m	KRB 10/1 22701 1,6-4,5m	KRB 12/2 22702 3,5-4,3m	KRB 16/2 22703 3,2-3,7m	KRB 17/1 22704 1,9-2,8m	KRB 19/1 22705 0,3-1,8m	KRB 19/2 22706 1,8-3,5m	BS 4/1 02374 1,7-2,3m	BS 6/2 02375 0,5-1,5m
Parameter und Prüfverfahren	Einheit														
Trockensubstanz, DIN ISO 11465	%	77,5	71,1		82		73,2	68,2	70,3	65	62,5		53,8	57,8	75,5
Kohlenwasserstoffe, DIN 14039															
C10 – C22	mg/kg TS	190	210		220		<100	180	590	730	1.400		430		
C10 – C40	mg/kg TS	500	920		1.700		<100	870	8.200	2.000	5.500		1.900	25.000	
EOX, DIN 38414-S 17	mg/kg TS							2	9		<1				
Cyanid, gesamt, E DIN ISO 11262	mg/kg TS							0,14	<0,05		4,3				
Phenolindex, DIN 38 409-H 16-3	mg/kg TS							0,7	0,8		5,6				
Aufschluss Königswasser, DIN ISO 11466															
Arsen, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS	x				x	x					x			
Blei, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					34	11					38			12
Cadmium, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					180	200					210			32
Chrom, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					1,4	1,1					2,1			0,3
Kupfer, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					32	37					31			26
Nickel, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					150	86					170			23
Quecksilber, gesamt, DIN EN 1483	mg/kg TS					49	34					47			21
Zink, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/kg TS					0,5	0,3					1			0,1
		490				2.300	1.200					1.200			83
16 PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) nach EPA 610 mittels GC-MS															
Naphthalin	mg/kg TS	17	5,6	0,09	0,93	0,25		0,93	0,35	0,81	0,89		21	562	0,255
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,28	<0,05	<0,05	0,13	<0,05		<0,05	0,06	0,13	0,07		1	20,9	0,092
Acenaphthen	mg/kg TS	13	1,4	<0,05	0,69	0,1		0,25	1	1,7	0,68		10	934	0,455
Fluoren	mg/kg TS	11	2,6	0,08	2	0,11		0,54	1,3	1,8	0,62		33	760	0,454
Phenanthren	mg/kg TS	14	9,6	0,46	12	1,9		4,7	6,8	4,9	2,6		200	846	1,43
Anthracen	mg/kg TS	5	33	0,07	4	0,25		0,73	4,1	1,6	1,1		30	151	0,373
Fluoranthren	mg/kg TS	11	17	0,72	15	6,7		5	29	6,6	9,7		230	154	1,69
Pyren	mg/kg TS	7,8	13	0,56	11	4,6		3,4	21	4,8	8,9		150	99,1	1,46
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	5,7	6,5	0,35	6,4	2,2		1,3	14	2,7	9,1		84	55,5	0,795
Chrysen	mg/kg TS	5,4	8,6	0,5	7,8	4,1		2,2	14	3,4	9,3		93	50,1	0,702
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	9	7,3	0,51	7,5	3,7		2,5	14	4,3	14		100	34,1	1,04
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	3,1	2,6	0,17	2,5	1,3		0,86	4,4	1,4	4,1		37	38,7	0,573
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	6,5	4,1	0,24	5	1,4		1,2	9,1	2,2	7,1		66	43,3	0,787
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	3,1	2,7	0,18	3,3	1,1		1	5,5	1,5	5,2		31	18,3	0,485
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	1,1	0,87	0,07	0,94	0,46		0,38	1,9	0,5	1,7		10	8,36	0,145
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	2,6	2,6	0,18	3	0,98		0,93	4,6	1,4	4,4		26	18,6	0,552
Summe der nachgewiesenen PAK	mg/kg TS	120	120	4,2	82	29		26	131	40	79		1.122	3794,0	11,29
Eluat nach DIN 38 414-S 4															
Arsen, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					x	x								
Blei, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					<0,01	<0,01								
Cadmium, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					<0,0015	<0,0015								
Chrom, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					<0,0125	<0,0125								
Kupfer, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					<0,02	<0,02								
Nickel, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					0,79	<0,015								
Quecksilber, gesamt, DIN EN 1483	mg/l					<0,0002	<0,0002								
Zink, ICP, DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l					1,5	0,59								

Pestalozzistraße, Bremerhaven: Analysen der Bodenproben aus den Rammkernsondierungen 2007

Probenbezeichnung		RKS 7/1	RKS 8b/1	RKS 12/1	RKS 13/1	RKS 14/1	RKS 15/1	RKS 15/2	RKS 16/1	RKS 17/1
Entnahmetiefe	m u. GOK	0,8-1,0	3,5-4,0	1,5-2,5	1,0-1,9	1,5-2,4	0,5-1,0	1,0-2,7	1,5-2,8	2,3-3,1
Parameter	Einheit									
Trockensubstanz	%	84,4	69,0	65,8	73,5	73,6	75,9	66,5	72,4	57,1
Arsen	mg/kg TS				13	9,9	9,9	25	20	26
Blei	mg/kg TS				43	29	310	2.600	990	270
Cadmium	mg/kg TS				0,1	0,1	1,4	4,1	3,7	6,1
Chrom	mg/kg TS				24	21	12	29	21	22
Kupfer	mg/kg TS				33	14	63	630	180	150
Nickel	mg/kg TS				19	16	17	83	26	42
Quecksilber	mg/kg TS				<0,1	<0,1	0,5	3,2	2,8	1,8
Zink	mg/kg TS				130	61	600	1.200	530	840
Naphthalin	mg/kg TS	0,061	455	42,9	0,010	0,009	0,057	0,112	0,170	0,105
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,135	60,4	8,28	0,004	<0,001	0,029	0,035	0,185	0,106
Acenaphthen	mg/kg TS	0,044	79,8	13,4	0,003	0,007	0,041	0,201	1,40	0,420
Fluoren	mg/kg TS	0,127	229	28,3	0,004	0,007	0,046	0,282	0,957	0,312
Phenanthren	mg/kg TS	1,72	1180	176	0,044	0,104	0,438	1,74	9,79	2,46
Anthracen	mg/kg TS	0,140	117	27,9	0,013	0,024	0,118	0,507	4,02	0,904
Fluoranthen	mg/kg TS	1,55	906	158	0,108	0,166	1,21	2,76	19,1	9,47
Pyren	mg/kg TS	1,20	803	95,8	0,091	0,126	0,966	2,25	15,2	6,58
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,657	204	41,2	0,038	0,062	0,65	1,46	8,82	3,96
Chrysen	mg/kg TS	0,840	246	45,2	0,050	0,078	0,788	1,62	8,36	3,80
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,717	220	40,9	0,563	0,052	0,997	1,67	8,61	3,60
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,489	154	27,5	0,033	0,035	0,538	1,10	4,96	2,22
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,613	242	38,7	0,040	0,05	0,659	1,47	7,9	3,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,339	161	23,2	0,023	0,021	0,415	0,763	3,29	1,56
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,157	42,7	6,95	0,007	0,009	0,156	0,303	1,23	0,613
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,376	184	27,0	0,028	0,024	0,488	0,886	3,49	1,69
Summe PAK	mg/kg TS	9,165	5283,9	801,23	1,059	0,774	7,596	17,159	97,482	40,82

Pestalozzistraße, Bremerhaven: Stau- und Grabenwasseranalysen

Parameter und Prüfverfahren	Einheit	B 1	B 1	B 1	B 1	B 2	B 2	B 2	B 2	B 3	B 3	B 3	B 3	Graben	Graben	Graben	GB 1	"LAWA"
		23466	24655	13882	14627	23467	24656	13883	14628	23468	24657	13884	14629	23469	24658	14630	10366	Maßnahmenschwellenwert
Entnahmedatum		06.11.2006	14.12.2006	10.08.2007	23.08.2007	06.11.2006	14.12.2006	10.08.2007	23.08.2007	06.11.2006	14.12.2006	10.08.2007	23.08.2007	06.11.2006	14.12.2006	23.08.2007	19.06.2007	
Ammonium, Küvettestest	mg/l	1,58	4,0			2,29	4,1			0,86	0,84			—	9,1			
Kohlenwasserstoffindex, DIN EN ISO 9377-2	mg/l	0,1	1,0			< 0,1	0,2			< 0,1	0,1			—	<0,1			
16 PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) nach EPA 610 mittels HPLC in Anlehnung an die DIN 38 407-F 18																		
Naphthalin	µg/l	0,67	0,06	0,4	0,3	0,69	0,06	0,4	0,4	0,44	0,03	0,3	0,3	0,54	0,25	<0,1	<0,1	4-10
Acenaphthylen	µg/l	< 0,50	<0,50	<0,1	<0,1	< 0,50	<0,50	<0,1	<0,1	< 0,50	<0,50	<0,1	<0,1	< 0,50	<0,50	<0,1	<0,1	
Acenaphthen	µg/l	4,5	0,95	3,9	3,4	2,3	0,66	1,4	1,4	0,09	<0,02	<0,1	<0,1	2,5	2,1	<0,1	<0,1	
Fluoren	µg/l	0,3	0,03	<0,1	0,1	0,34	0,03	0,2	0,1	0,03	0,02	<0,1	<0,1	0,27	0,27	<0,1	<0,1	
Phenanthren	µg/l	0,67	0,23	0,1	0,4	1,1	0,17	0,5	0,4	0,09	0,02	<0,1	<0,1	0,97	0,53	0,1	<0,1	
Anthracen	µg/l	< 0,02	0,03	<0,1	<0,1	0,31	<0,02	0,1	0,1	< 0,02	<0,02	<0,1	<0,1	< 0,02	<0,02	<0,1	<0,1	
Fluoranthren	µg/l	0,58	0,14	0,22	0,51	0,29	0,1	0,16	0,2	0,03	0,07	<0,01	0,03	0,23	0,26	0,09	<0,01	
Pyren	µg/l	0,61	0,13	0,23	0,45	0,22	0,09	0,14	0,19	0,08	0,07	0,03	0,05	0,28	0,26	0,06	<0,05	
Benz(a)anthracen	µg/l	0,15	0,03	<0,05	0,13	< 0,02	0,03	<0,05	<0,05	< 0,02	<0,02	<0,05	<0,05	< 0,02	<0,02	<0,05	<0,05	
Chrysen	µg/l	0,09	0,02	<0,05	0,16	< 0,02	0,03	<0,05	<0,05	< 0,02	<0,02	<0,05	<0,05	< 0,02	<0,02	<0,05	<0,05	
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	0,1	0,03	<0,01	0,16	< 0,02	0,04	<0,01	0,03	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	0,06	<0,02	<0,01	0,1	< 0,02	0,02	<0,01	0,03	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Benzo(a)pyren	µg/l	0,11	0,03	<0,01	0,13	< 0,02	0,04	<0,01	0,03	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,13	<0,02	<0,01	0,08	< 0,02	0,04	<0,01	0,02	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	0,04	<0,02	<0,01	0,02	< 0,02	<0,02	<0,01	0	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,12	0,03	<0,01	0,09	< 0,02	0,05	<0,01	0,03	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	< 0,02	<0,02	<0,01	<0,01	
Summe der nachgew. PAK	µg/l	8,1	1,7	4,85	6,03	5,3	1,4	2,9	2,93	0,76	0,21	0,33	0,38	4,8	3,7	0,25	n.n	
Summe PAK (EPA), ohne Naphthalin	µg/l	7,46	1,65	4,45	5,73	4,56	1,30	2,50	2,53	0,32	0,18	0,03	0,08	4,25	3,42	0,25	n.n	0,4-2
BTEX (leichtflüchtige, aromatische Kohlenwasserstoffe) nach DIN 38 407-F 9																		
Benzol	µg/l	< 1				1				< 1				< 1				5-10
Toluol	µg/l	< 1				< 1				< 1				< 1				
Ethylbenzol	µg/l	< 1				< 1				< 1				< 1				
m/p-Xylol	µg/l	< 1				< 1				< 1				< 1				
o-Xylol	µg/l	< 1				< 1				< 1				< 1				
Summe der nachgew. BTEX	µg/l					1												50-120
Nitroaromaten und deren Derivate mittels HPLC																		
2,4-Diamino-6-nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
Hexogen	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
1,3,5-Trinitrobenzol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
6-Amino-2-nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
4-Amino-2-nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2-Amino-4-nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
1,2-Dinitrobenzol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
1,3-Dinitrobenzol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2,4,6-Trinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
3,4-Dinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2,6-Dinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2,4-Dinitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
2-Nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
4-Nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
3-Nitrotoluol	µg/l	—				< 0,5				< 0,5				—				
Summe nachgew. Nitroaromaten	µg/l					n.n				n.n								



Laborberichte