

**GUTACHTEN**

**über**

**Boden- , Bodenluft- und Grundwasser-  
untersuchungen auf dem Gelände der Sportanlage  
zwischen Kastanienallee, Akazienstraße und  
Rheinlandstraße in 42549 Velbert**

**Auftraggeber:**

**Technische Betriebe der Stadt Velbert**

**Pulheim, 25.05.2007**

**Untersuchungsobjekt:** Sportanlage  
Kastanienallee, Akazienstraße und  
Rheinlandstraße  
42549 Velbert

**Auftraggeber:** Technische Betriebe der Stadt Velbert  
Am Lindenkamp 31  
42549 Velbert  
zuständig: Herr Schulz

**zuständige Behörde:** Kreis Mettmann  
Umweltamt  
Goethestraße 23  
40822 Mettmann  
zuständig: Herr Schneeweiß

**Auftragnehmer:** Sachverständigenbüro  
Peter von der Bruck +  
Hans-Heinrich Kligen  
Geyener Straße 51  
50259 Pulheim

**Bearbeiter:** Dipl.-Geologe Peter von der Bruck

Dieses Gutachten umfasst 43 Seiten, 13 Tabellen und 19 Anlagen.

Pulheim, 25.05.2007

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Kurzfassung</b> .....	7
<b>2. Hintergrund/ Beauftragung</b> .....	9
<b>3. Unterlagen</b> .....	9
<b>4. Gelände- und Nutzungsbeschreibung</b> .....	11
4.1 Lage .....	11
4.2 Derzeitige Nutzung .....	11
4.3 Ursprünglicher Geländeverlauf .....	12
4.4 Nutzungsgeschichte .....	12
<b>5. Bisherige Untersuchungen</b> .....	13
<b>6. Untersuchungsziel/ Untersuchungsumfang</b> .....	14
<b>7. Geologie/ Hydrogeologie</b> .....	17
<b>8. Geländearbeiten</b> .....	18
8.1 Vorbereitende Arbeiten .....	18
8.2 Rammkernsondierungen und Entnahme von Bodenproben .....	18
8.3 Installation von temporären Gaspegeln .....	19
8.4 Entnahme von Bodenluftproben .....	19
8.5 Grundwasserbeprobung .....	19
8.6 Ergebnisse der Bohrarbeiten .....	20
8.7 Oberbodenbeprobung gemäß BBSchV .....	23

<b>9. Chemische Untersuchungen</b> .....	23
9.1 Belastungspotential .....	23
9.2 Untersuchungsumfang Boden .....	24
9.3 Untersuchungsumfang Bodenluft .....	26
9.4 Untersuchungsumfang Grundwasser .....	26
9.5 Untersuchungsergebnisse .....	26
<b>10. Bewertungskriterien</b> .....	26
<b>11. Bewertung</b> .....	36
11.1 Bewertung Boden .....	36
11.2 Abfalltechnische Bewertung Boden .....	39
11.3 Bewertung Boden (Belastungspfad Boden-Mensch) .....	40
11.4 Bewertung Bodenluft .....	40
11.5 Bewertung Grundwasser .....	41
11.5.1 Grundwasserfließrichtung .....	41
11.5.2 Grundwasser .....	41
11.6 Bewertug Baugrund .....	41
<b>12. Schlussfolgerung und weiterführende Maßnahmen</b> .....	42

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anlage 1: Übersichtskarte 1 : 25.000
- Anlage 2: Luftbilder 1 : 5.000
- Anlage 3: Lageplan mit Bohransatzpunkten und temporären Gaspegeln
- Anlage 4: Lageplan mit Darstellung der Untersuchungsergebnisse - Bodenluft
- Anlage 5: Lagepläne mit Darstellung der Untersuchungsergebnisse - Boden
- Anlage 6: Schichtenverzeichnisse Rammkernsondierungen
- Anlage 7: Bohrprofile Rammkernsondierungen
- Anlage 8: Profilschnitte
- Anlage 9: Ausbauplan für temporäre Gaspegel
- Anlage 10: Analysenergebnisse
- Anlage 11: Probenahmeprotokolle für Bodenluftproben
- Anlage 12: Fotodokumentation
- Anlage 13: Nivellementmessblatt
- Anlage 14: Einschätzung der Baugrundverhältnisse
- Anlage 15: Lageplan mit Grundwassermessstellen und Grundwasserfließrichtung
- Anlage 16: Auszug aus dem Altlastenkataster des Kreises Mettmann
- Anlage 17: Probenahmeprotokoll Grundwasser
- Anlage 18: Probenahmebereiche für oberflächennahe Mischproben
- Anlage 19: Probenahmeprotokoll für oberflächennahe Mischproben

## **TABELLENVERZEICHNIS**

- Tabelle 1: Unterlagen und Literatur
- Tabelle 2: Untersuchungsarbeiten
- Tabelle 3: Vorprofil der Untersuchungsbohrungen
- Tabelle 4: Zusammenfassung der Bohrergebnisse und organoleptische Auffälligkeiten
- Tabelle 5: Untersuchungsprogramm der Bodenproben
- Tabelle 6: Untersuchungsprogramm Grundwasser
- Tabelle 7: Prüfwerte für Bodenbelastungen gemäß BBodSchV
- Tabelle 8: Prüfwerte für Bodenbelastungen gemäß BBodSchV für den Wirkungspfad  
Boden-Grundwasser
- Tabelle 9: Zuordnungswerte für Boden gemäß LAGA-Richtlinie
- Tabelle 10: Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser
- Tabelle 11: Zusammengefasste Darstellung der Bodenanalysen (Einzelproben)
- Tabelle 12: Schadstoffe mit teilweise erhöhten Werten in den Bodenanalysen (Einzelproben)
- Tabelle 13: Grundwasserstände bei der Stichtagsmessung am 14.03.2007

## 1. Kurzfassung

Das Sportplatzgelände zwischen Kastanienallee, Akazienstraße und Rheinlandstraße in Velbert-Mitte soll eventuell neu bebaut werden.

Durch Untersuchungen von Boden, Bodenluft und Grundwasser sollte die grundsätzliche Eignung des Geländes für diese Neubebauung geklärt werden. Hierzu beauftragten die technischen Betriebe Velbert das Umweltgeologische Sachverständigenbüro Peter von der Bruck und Hans-Heinrich Klingen, Pulheim, mit der Durchführung entsprechender Untersuchungsarbeiten

Das Untersuchungsgelände ist in der Vergangenheit in großen Teilen durch den Betrieb einer Ziegelei mit Tongrube genutzt worden. Teile der Abgrabungen sind wieder verfüllt worden, wobei nach vorliegenden Berichten u.a. Gießereisande zum Einsatz kamen. Am östlichen Grundstücksrand befand sich ein ehemaliges Gaswerk mit entsprechendem Kontaminationspotential.

Zur Untersuchung des Geländes wurden 28 Rammkernsondierungen niedergebracht und lückenlos beprobt. Insgesamt acht Rammkernsondierungen wurden zu temporären Bodengaspegeln ausgebaut und nachfolgend beprobt. Aus zwei vorhandenen Grundwassermessstellen wurden Grundwasserproben entnommen.

Die chemische Analyse der Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben erfolgte auf ein breites Parameterspektrum, durch das alle bei den Voruntersuchungen bekannt gewordenen Schadstoffe erfasst wurden.

Dabei wurden im Bereich des eigentlichen Sportplatzes geringe Schadstoffgehalte festgestellt, von denen keine Personengefährdung ausgeht.

Im Randbereich des Untersuchungsgeländes wurden Auffüllungslagen größerer Mächtigkeit nachgewiesen, in denen erhöhte bis stark erhöhte Schadstoffgehalte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und einige Schwermetalle ermittelt wurden. Die Bodenmaterialien aus der nordwestlichen und der südöstlichen Böschung des Sportplatzes müssen im Falle von Tiefbauarbeiten in diesen Bereichen voraussichtlich weitgehend als besonders überwachungspflichtiger Abfall entsorgt werden.

Eine negative Beeinflussung des Grundwassers konnte nicht festgestellt werden. Die ermittelten Schadstoffgehalte in der Bodenluft sind gering.

In den Bereichen mit nachgewiesenen Untergrundverunreinigungen wurden Untersuchungen an oberflächennahen Mischproben gemäß BBodSchV durchgeführt. Die im Oberboden nachweisbaren Schadstoffgehalte unterschreiten die für die derzeitige Nutzung relevanten Orientierungswerte. Damit lassen sich von den Untersuchungsergebnissen keine Nutzungsbeschränkungen für die derzeitige Nutzung ableiten. Eine eventuelle Umnutzung des Untersuchungsgeländes zu Kinderspielflächen würde in Teilbereichen Maßnahmen zur Verbesserung des Oberbodens erfordern.

Somit lässt sich aus gutachterlicher Sicht kein akuter Handlungsbedarf von den Untersuchungsergebnissen ableiten. Für die geplante Bebauung des Geländes mit einer Schule bzw. Wohnhäusern ist der Zentralteil des Geländes grundsätzlich geeignet sofern die Gründung der Gebäude innerhalb der steinigen Verwitterungsprodukte des Devons erfolgt. Eine Gründung innerhalb der Auffüllungsmaterialien ist nicht zulässig. Innerhalb der bindigen Verwitterungslage wird eine Gebäudegründung zusätzliche technische Maßnahmen erfordern.

In den Randbereichen des Untersuchungsgeländes müssen vor einer eventuellen Bebauung die verunreinigten Auffüllungsmaterialien entfernt und nachfolgend ordnungsgemäß entsorgt werden. Hierfür ist mit entsprechend erhöhten Aufwendungen zu rechnen.

Vor Beginn einer Neubebauung sind nach jetzigem Kenntnisstand u.a. folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Vorlage einer konkreten Bauplanung mit abzutragenden Gebäudelasten
- Erstellung eines Gutachtens zur detaillierten Baugrunduntersuchung im Bereich der geplanten Gebäude
- Erstellung eines Abriss- und Entsorgungskonzeptes für die vorhandenen Gebäude
- Erstellung eines Bodenmanagementkonzeptes insbesondere für verunreinigte Bodenmassen

Alle Maßnahmen zur Planung und Realisierung der eventuellen Neubebauung des Sportplatzgeländes sollten unter gutachterlicher Begleitung und unter Einbeziehung der zuständigen Fachbehörde erfolgen.

## 2. Hintergrund/ Beauftragung

Die Stadt Velbert plant, an einem anderen Standort eine neue Sportanlage zu errichten. In diesem Zusammenhang wird über eine teilweise bzw. vollständige Umnutzung/Neubebauung der vorhandenen Sportanlage zwischen Kastanienallee, Akazienstraße und Rheinlandstraße nachgedacht.

Da das Gelände langjährig gewerblich genutzt worden ist, bestand die Möglichkeit von Nutzungseinschränkungen für die geplante Neunutzung. Aus diesem Grund beauftragte die Stadt Velbert das Umweltgeologische Sachverständigenbüro Peter von der Bruck und Hans-Heinrich Klingen, Pulheim, mit der Durchführung entsprechender Untersuchungen von Boden, Bodenluft und Grundwasser. Grundlage für die Beauftragung war ein Angebot vom 09.02.2007.

## 3. Unterlagen

Für die Erstellung dieses Gutachtens wurden folgende Veröffentlichungen, Unterlagen und Literatur herangezogen:

**Tabelle 1: Unterlagen und Literatur**

[1]	"Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung der Altablagerung Velbert, Rheinlandstraße ( Nr. 106)", Dr.-Ing. Steffen Ingenieurgesellschaft mbH, Essen 1986
[2]	"Gutachten über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zum Erweiterungsbau des Umspannwerkes der Stadtwerke Velbert in Velbert, Mettmanner Straße 32", Das Baugrund Institut Dipl.-Ing. Knieriem GmbH, Solingen April 1995
[3]	"Detaillierte Bodenuntersuchung "Erweiterungsbau UW III" in Velbert", Prof. Mull & Partner GmbH, Solingen Mai 1995
[4]	"Gefährdungsabschätzung des ehemaligen Gaswerksstandort Mettmanner Straße in Velbert", Prof. Mull & Partner GmbH, Solingen Juni 1995
[5]	"Dokumentation der Bodensanierung auf dem ehemaligen Gaswerksstandort Mettmanner Straße 32 in Velbert – 1. Zwischenbericht", Prof. Mull & Partner GmbH, Neuss Februar 1996
[6]	"Dokumentation der Bodensanierung auf dem ehemaligen Gaswerksstandort Mettmanner Straße 32 in Velbert – Abschlußbericht", Prof. Mull & Partner GmbH, Neuss Dezember 1996
[7]	"Gefährdungsabschätzung des ehem. Gaswerksstandort Mettmanner Str., in Velbert – Phase II Grundwasseruntersuchung", Prof. Mull & Partner GmbH, Neuss Juli 1996
[8]	"Gutachterliche Stellungnahme zur ergänzenden Löf-Untersuchung ehemaliges Gaswerk Mettmanner Straße in Velbert", Prof. Mull & Partner GmbH, Solingen 1996

[9]	Katasterplan 1 : 1000, Kreis Mettmann, Vermessungs- und Katasteramt, Mettmann 2007
[10]	Topographische Karte 1 : 25.000 Blatt 4608 Velbert, Landesvermessungsamt NRW, 2005
[11]	ABKLÄRV: Klärschlammverordnung vom 25.6.1992, Bundesgesetzblatt Teil I, S. 734-739
[12]	„Sammlung geologischer Führer, Bd. 55 Ruhrgebiet und Bergisches Land“, Dieter Richter, Gebrüder Bornträger, Berlin Stuttgart, 1977
[13]	Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000, Blatt CC 4702 Düsseldorf, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1984
[14]	„Erfassung möglicher Bodenverunreinigungen auf Altstandorten“, Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen, 1989
[15]	Prüfbericht UCL-GmbH, Köln, 08.03.2007
[16]	Prüfbericht UCL-GmbH, Köln, 21.03.2007
[17]	Prüfberichte UCL-GmbH, Köln, 29.03.2007
[18]	"7155: Sportplatz Velbert-Mitte-Kastanienalle Erste Einschätzung der Baugrundverhältnisse", BG Rhein-Ruhr GmbH, Düsseldorf 2007
[19]	VDI 3865 Blatt 1 Messen organischer Bodenverunreinigungen; Messen leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe; Messplanung für Bodenluft-Untersuchungsverfahren, VDI, Düsseldorf 1992
[20]	T. Schmidt, V. Zeisberger: „Sickerwasserprognose in Vollzug und Praxis - Richtlinie zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser“, Altlastenspektrum, 10/5, Berlin Oktober 2001
[21]	Scheffer/Schachtschabel „Lehrbuch der Bodenkunde“, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1984
[22]	Gesetz zum Schutz des Bodens, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998 Teil I Nr. 16 ausgegeben zu Bonn am 24.März 1998
[23]	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.Juli 1999, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 36 ausgegeben zu Bonn am 16.Juli 1999
[24]	„Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stuttgart 1994
[25]	Seeger, K.-J.: "Fachliche Grundlagen zur Beurteilung von flüchtigen organischen Substanzen in der Bodenluft bei Altlasten“, HLFU-Schriftenreihe 263, Wiesbaden 1999
[26]	"Ableitung von Bodenwerten für die Bauleitplanung", Stadt Osnabrück Fachbereich Grün und Umwelt, Osnabrück September 1999
[27]	"Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser" LAWA, Düsseldorf Dezember 2004

[28]	"Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen", LAWA LABO, Mainz 2006
[29]	"Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung Boden-Grundwasser" Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2003
[30]	"Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten", Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf 1989

#### **4. Gelände- und Nutzungsbeschreibung**

##### 4.1 Lage

Das Untersuchungsgelände liegt in Velbert-Mitte zwischen der Kastanienallee im Norden, der Akazienstraße im Westen und der Rheinlandstraße im Süden. Nach Osten grenzt das Untersuchungsgelände an gewerblich genutzte Flächen (Umspannwerk Stadtwerke – ehemaliges Gaswerk, Fernmeldeturm der Telekom – ehemalige Tongrube später Kirmesplatz) sowie Wohnbebauung an der Kastanienallee und der Rheinlandstraße (vgl. hierzu auch Anlage 1 und 3).

Das Untersuchungsgelände umfasst auf der Flur 45 die Flurstücke 342 und 343 und hat eine Fläche von überschlägig 30.000 m<sup>2</sup>. Das Areal weist entlang der Kastanienallee (Nordgrenze) in Ost-West-Richtung eine maximale Ausdehnung von ca. 220 m auf. An der Südgrenze des Untersuchungsgeländes beträgt die Ost-West Erstreckung noch ca. 80 m. Die Nord-Süd-Erstreckung beträgt etwa 230 m. Das Gelände liegt zwischen den Koordinaten R <sup>25</sup>73100, H <sup>56</sup>89360 (Nordostecke) und R <sup>25</sup>72990, H <sup>56</sup>89130 (Südwestecke).

Die Geländehöhen bewegen im Bereich zwischen 255 und 261 m über NN.

##### 4.2 Derzeitige Nutzung

Der Zentralteil des Untersuchungsgeländes wird von einem Sportplatz (Fußballfeld, 400 m-Bahn, Nebenanlagen) eingenommen. Im Nordostteil des Geländes befindet sich eine Turnhalle mit Umkleideräumen. Die Westspitze des Geländes wird von einem asphaltierten Parkplatz eingenommen. Verbleibende Flächen sind als Grünflächen gestaltet.

Die Nachbargelände in nördlicher, westlicher und südlicher Richtung sind vorwiegend mit Wohnhäusern bebaut. Die östlichen Nachbargelände werden durch die Stadtwerke Velbert als Umspannwerk bzw. durch die Telekom gewerblich genutzt.

#### 4.3 Ursprünglicher Geländeverlauf

Das ursprüngliche Gelände dürfte als sanfter nord- bis nordwestwärts gerichteter Abhang mit leichtem Gefälle von der heutigen Rheinlandstraße (Geländehöhe etwa 261,5 m) zur Kastanienallee (Geländehöhe etwa 255 m) ausgebildet gewesen sein. Über diesen Geländezustand sind keine genauen Unterlagen zugänglich. Durch Abgrabungen (vermutlich überwiegend aufgrund des ehemaligen Ziegeleibetriebes) entstand eine morphologische Hohlform, in der heute der Sportplatz liegt. Zu den höher gelegenen Geländebereichen sind am Rand des Sportplatzes entsprechende Böschungen von bis zu sieben Meter Höhenunterschied entstanden.

#### 4.4 Nutzungsgeschichte

Die nachfolgenden Ausführungen beruhen auf Angaben aus den Gutachten und Berichten [1] bis [8] Luftbildauswertungen, Informationen durch Herrn Schulz (Auftraggeber), Herrn Schneeweiß (zuständiges Umweltamt), sowie eigenen Recherchen vor Ort. Außerdem verweisen wir auf den Auszug aus dem Altlastenkataster des Kreises Mettmann (Anlage 16) sowie den Lageplan in Anlage 3.

Demnach befinden sich auf dem Untersuchungsgelände und dessen unmittelbarer Nachbarschaft folgende Flächen mit Altlastenverdacht:

- |                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| - Fläche 7389_027   | ehemalige Ziegelei            |
| - Fläche 7389_005 b | ehemalige Tongrube (verfüllt) |
| - Fläche 7389_005 c | ehemalige Tongrube (verfüllt) |
| - Fläche 50683      | ehemaliges Gaswerk            |

Über die ursprüngliche Nutzung der Fläche ist nichts konkretes bekannt. Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit von einer landwirtschaftlichen Nutzung auszugehen. Nachfolgend befand sich auf dem eigentlichen Untersuchungsgelände lange Zeit eine Ziegelei (Fläche 7389\_027). Die Produktionsgebäude waren im nördlichen und nordöstlichen Teil des Untersuchungsgeländes angeordnet, während Abgrabungen zur Ton- und Schluffgewinnung auf großen Teilen des übrigen Geländes durchgeführt wurden. Diese Abgrabungen erstreckten sich zum Teil über die Grenzen des Untersuchungsgeländes hinaus (vgl. Anlage 3) und wurden später wieder verfüllt.

Auf Luftbildern von 1930 und 1954 ist der Ziegeleibetrieb erkennbar. Unmittelbar westlich davon ist damals bereits ein Fußballplatz zu sehen, der sich allerdings teilweise außerhalb des heutigen Untersuchungsgeländes befand. Die Umgestaltung des Geländes zu der Sportanlage, wie sie im Prinzip heute noch vorhanden ist, erfolgte in den frühen 1960er Jahren.

Im Bereich der Auffüllung 7389\_005 c ist der Tongrubenbetrieb ab 1892 nachgewiesen, die Verfüllung war spätestens 1938 abgeschlossen. Die Fläche 7389\_005 b diente ebenfalls als Tongrube und wurde ca. 1954 verfüllt. Dieser Bereich wurde nachfolgend als Kirmesplatz (vgl. Luftbild von 1967) genutzt und in den 1970er und 1980er Jahren durch die Telekom bebaut.

Im Bereich der östlichen Sportplatzböschung ragt der Altstandort 50683 auf das Untersuchungsgelände. Bei diesem Gelände handelt es sich um ein Umspannwerk der Stadtwerke Velbert. In der Vergangenheit wurde hier ein Gaswerk betrieben, dessen Gasometer im Bereich der heutigen Grundstücksgrenze Sportanlage/Umspannwerk gestanden haben.

## **5. Bisherige Untersuchungen**

Zur Untersuchung der Fläche der Telekom (Fläche 7389\_b) liegt ein Gutachten aus dem Jahr 1986 vor [1]. Hierfür wurden Boden-, Bodenluft- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Im Boden wurden innerhalb der Verfüllmaterialien der ehemaligen Tongrube insbesondere für Blei, Kupfer und Zink erhöhte bis stark erhöhte Gehalte festgestellt. Die Schadstoffgehalte in der Bodenluft waren marginal. Eine Schadstoffverschleppung in das Grundwasser konnte nicht festgestellt werden.

Das ehemalige Gaswerk auf dem Gelände des heutigen Umspannwerkes ist in den Jahren 1995/96 mehrfach untersucht worden. Hierzu liegen insgesamt sieben Gutachten, Berichte und Stellungnahmen [2 bis 8] vor.

Demnach wurden in mehreren Schritten Untersuchungen des Bodens, der Bodenluft und des Grundwassers durchgeführt. Dabei waren in Teilbereichen im Boden erhöhte bis stark erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Kohlenwasserstoffen, Cyaniden, und Schwermetallen nachgewiesen worden. Die festgestellten Verunreinigungen sind auf die angefüllten Bodenmaterialien begrenzt.

Eine untersuchte Bodenluftprobe ergab geringe Schadstoffgehalte. Grundwasseruntersuchungen an drei neu gebauten Grundwassermessstellen ergaben ebenfalls geringe Schadstoffgehalte, so dass ein Schadstoffaustrag aus dem verunreinigten Boden in das Grundwasser ausgeschlossen werden konnte.

Die festgestellten Bodenverunreinigungen sind im Jahr 1996 im Rahmen eines Erweiterungsneubaus für das Umspannwerk teilweise durch Bodenaushub und nachfolgende Entsorgung/Verwertung saniert worden.

Eingehende Untersuchungen auf dem Teil des ehemaligen Gaswerkes, der heute auf dem Sportplatzgeländes liegt, haben damals nicht stattgefunden. Die Untersuchung einer LÖLF-Beprobung ergab für den Bodenhorizont tiefer 0,3 m erhöhte Bleigehalte.

Zu Details der vorangegangenen Untersuchungen verweisen wir auf die zitierten Gutachten, Berichte und Stellungnahmen.

Außer den beschriebenen Untersuchungen, die alle die Situation am östlichen Grundstücksrand erfassen, liegen zum Standort der Sportplatzanlage bislang keine weiteren Untersuchungen vor.

## **6. Untersuchungsziel/ Untersuchungsumfang**

### Untersuchungsziel

Die Untersuchungszielstellung ist im o.g. Gutachtervertrag unter der Überschrift „Eigentliche Leistungen des Gutachters“ eindeutig dargestellt:

„Gutachterliche Bewertung nach BBodSchG und BBodSchV sämtlicher Untersuchungsbefunde bezogen auf die verschiedenen Gelände und Belastungsbereiche unter Berücksichtigung der örtlichen geographischen, geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, der geplanten Nutzungen und der einschlägigen Prüf-, Maßnahme-, Richt- und Orientierungswerte für die Medien Boden, Bodenluft und Grundwasser hinsichtlich der Gefährdung von Schutzgütern insbesondere der §§ 3 und 4 BBodSchV.“

Bei Ermittlung prüfwertüberschreitender Schadstoffgehalte sind Vorschläge zu weiterführenden Maßnahmen zu unterbreiten.

"Beschreibung, inwieweit die hydrogeologischen Verhältnisse und die vorgefundenen Aufschüttungen eine Bebaubarkeit einschränken".

"Bewertung der Auffüllungen auf die Möglichkeiten der Entsorgung".

### Untersuchungsumfang

Auf dem Untersuchungsgelände sollten durch ca. 25 Rammkernsondierungen mit nachfolgender Probenahme Bodenuntersuchungen ermöglicht werden. Etwa acht Rammkernsondierungen waren als temporäre Gaspegel auszubauen und nachfolgend zu beproben.

Aus insgesamt zwei Grundwassermessstellen sollten Grundwasserproben entnommen und nachfolgend analysiert werden.

Am 12.03.2007 fand auf dem Untersuchungsgelände ein Ortstermin statt, an dem die Herren Schulz (Technische Betriebe Velbert, Auftraggeber) und von der Bruck (Sachverständigenbüro von der Bruck und Klingen) teilnahmen.

Herr von der Bruck stellte im Rahmen einer Begehung des Untersuchungsgeländes seine anhand der historischen Recherche zusammengestellte Untersuchungsplanung vor.

Im Hinblick auf die Untersuchungszielstellung bestand Untersuchungsbedarf prinzipiell auf dem gesamten Untersuchungsgelände.

Die Verteilung der Bohrpunkte erfolgte daher so, dass sowohl

- Flächen mit Verdacht auf kontaminierte Auffüllungen bzw. nutzungsbedingte Verunreinigungen erfasst wurden als auch
- unverdächtige Flächen mit einem Raster von Bohrungen überzogen wurden.

Um bereits während der Geländearbeiten feststellbare Bodenverunreinigungen sofort eingrenzen zu können, standen weitere Rammkernsondierungen als Reservekapazität zur Verfügung.

Im Rahmen der ersten Untersuchungen sollten auf dem Sportplatzgelände und seiner unmittelbaren Umgebung folgende Arbeiten durchgeführt werden:

**Tabelle 2: Untersuchungsarbeiten**

<b>Untersuchungsbereich</b>	<b>heutige Lage</b>	<b>geplanter Untersuchungsumfang</b>
Randbereich des ehemaligen Gaswerksgeländes	östliche Böschung des Sportplatzgeländes an Umspannwerk anschließend	4 Rammkernsondierungen 2 Gaspegel
Grenzbereich der verfüllten Tongrube (Auffüllung 7889_005b)	östliche Böschung des Sportplatzgeländes an Telekomgelände anschließend	3 Rammkernsondierungen 1 Gaspegel
Grenzbereich der verfüllten Tongrube (Auffüllung 7889_005a)	südlicher Randbereich des Untersuchungsgeländes (Grünanlage)	2 Rammkernsondierungen 1 Gaspegel
Gelände der ehemaligen Ziegelei	Zentral- und Nordteil des Untersuchungsgeländes	11 Rammkernsondierungen 3 Gaspegel
Restfläche im südlichen und westlichen Teil des Untersuchungsgeländes	südlicher und westlicher Teil des Untersuchungsgeländes	6 Rammkernsondierungen 1 Gaspegel
Summe		26 Rammkernsondierungen 8 Gaspegel mehrere Rammkernsondierungen als Reserve zur Eingrenzung

Die Bohrtiefe der Rammkernsondierungen sollte so gewählt werden, dass nach Möglichkeit der gewachsene Boden sicher erreicht wird. Bei organoleptisch auffälligen Böden bzw. mächtigen Auffüllungslagen waren die Sondierungen bis in organoleptisch unbelastete Bodenbereiche bzw. bis in den gewachsenen Boden zu vertiefen.

Die Bohrpunkte waren lagegenau und NN-bezogen einzumessen.

Aus den entnommenen Bodenproben war eine repräsentative Auswahl auf eine vom Auftraggeber vorgegebene Parameterauswahl zu analysieren, mit der die auf dem Gelände zu erwartenden Schadstoffe und Schadstoffgruppen abgedeckt wurden.

## 7. Geologie/Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich laut geologischer Karte von Nordrhein-Westfalen [13], innerhalb des Rheinischen Schiefergebirges am nördlichen Rand des Velberter Sattels.

Im Zentralteil des Velberter Sattels stehen Devonische Kalksteine an, die in der Umgebung von Wülfrath intensiv abgebaut werden. In Velbert selbst stehen die sog. Velberter Schichten an. Diese bestehen im Wesentlichen aus Schluff- und Tonsteinen sowie Tonschiefern des Devon. Die Velberter Schichten sind gefaltet und intensiv geklüftet und gestört und verwittern an der Oberfläche zu bindigen Lehmböden.

Die Velberter Schichten bilden den regionalen Grundwasserleiter. Grundwasser wird auf Klüften und sonstigen Trennfugen geführt. Die Trennfugendurchlässigkeit ist im allgemeinen als gering einzuschätzen.

Die oberflächennahen, verwitterten Teile der Velberter Schichten können als Grundwasserstauer ausgebildet sein, auf denen sich lokal und zeitweise Schicht- und Sickerwasser sammeln kann.

Auf dem Untersuchungsgelände war nach den vorliegenden Unterlagen folgendes Profil zu erwarten:

**Tabelle 3: Vorprofil der Untersuchungsbohrungen**

Schichtuntergrenze	Schicht
0 bis ca. 7 m unter Geländeoberkante	Auffüllungslage (kann fehlen)
0 bis 3,0 m unter Geländeoberkante	Bindige schluffige Verwitterungslage
> 50 m unter Geländeoberkante	Schluffstein, Tonstein (Devon)

Den vorliegenden Unterlagen sind sehr unterschiedliche z.T. widersprüchliche Angaben zur Grundwasserfließrichtung zu entnehmen.

Der Grundwasserspiegel wurde während der Untersuchungsarbeiten zwischen 250,33 und 250,48 m NN angetroffen. Daraus ergab sich für eine Stichtagsmessung am 14.03.2007 eine Grundwasserfließrichtung nach Süd-Süd-West (vgl. Anlage 15).

## **8. Geländearbeiten**

### 8.1 Vorbereitende Arbeiten

Zunächst erfolgte im Vorfeld der Geländearbeiten eine ausgiebige Geländebegehung, um die Untersuchungsarbeiten konzipieren zu können.

Außerdem wurden bei den Betreibern von Ver- und Entsorgungsleitungen Informationen über die Lage der entsprechenden Trassen eingeholt.

Im Untersuchungsgelände verlaufen neben den üblichen Hausanschlussleitungen für die Turnhalle und ihre Nebengebäude eine Vielzahl von unterirdischen Hochspannungsleitungen im Bereich zwischen 0,4 und 110 KV. Die Kabeltrassen nehmen an der Rückseite des Umspannwerkes ihren Anfang und verlaufen zum einen oberhalb der östlichen Sportplatzböschung und zum anderen quer über den Sportplatz. Außerdem verläuft die Kanalisation auf dem Untersuchungsgelände.

Die Lage der Trassen musste bei der Festlegung der Bohransatzpunkte zwingend berücksichtigt werden. Die Hochspannungstrassen sowie die Ferngastrasse wurden nach einer entsprechenden Anfrage von Mitarbeitern der Stadtwerke Velbert im Gelände angezeigt und gekennzeichnet.

### 8.2 Rammkernsondierungen und Entnahme von Bodenproben

Die Geländearbeiten wurden am 01.03.2007 (Grundwasserbeprobung) und vom 12. bis 14.03.2007 durch Mitarbeiter des Sachverständigenbüros von der Bruck und Klingen durchgeführt.

Zur Erkundung des petrographischen Aufbaus des Untergrundes und zur Entnahme von Bodenproben wurden einschließlich neu angesetzter Bohrpunkte 29 Rammkernsondierungen (RKS, Durchmesser 50 mm) bis in eine maximale Tiefe von 7,4 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Die Lage der Rammkernsondierungen kann der Anlage 3 entnommen werden.

Die Verteilung der Bohransatzpunkte erfolgte so, dass einerseits alle unmittelbar altlastenverdächtigen Flächen erfasst wurden und andererseits über das gesamte Untersuchungsgelände ein flächendeckendes Untersuchungsrastraster entstand. Die im Bereich des Untersuchungsgeländes verlaufenden unterirdischen Kabel- und Leitungstrassen wurden bei der Wahl der Bohransatzpunkte berücksichtigt.

Das erbohrte Bodenmaterial wurde organoleptisch begutachtet und mit insgesamt 121 Bodenproben (Twist-off-Gläser) lückenlos beprobt. Die Beprobung erfolgte i.d.R. meterweise bzw. bei Schichtwechsel. Anschließend wurden die Schichtenverzeichnisse aufgenommen.

Die Lage der Rammkernsondierungen kann der Anlage 3, die Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse den Anlagen 6 und 7 entnommen werden.

### 8.3 Installation von temporären Gaspegeln

Insgesamt 8 Bohrlöcher wurden im Anschluss an die jeweilige Sondierung zu temporären Gasmesspegeln ausgebaut. Die Gasmesspegel sind im oberen Bereich mit 1,0 m Vollrohr und dann bis zur Endteufe mit Filterrohr ausgebaut.

Die Verfüllung des Ringraumes erfolgte im Filterbereich mit Filterkies und im Vollrohrbereich mit Quellton (Ausbauplan in Anlage 9). Sämtliche Gaspegel wurden mit einer beschrifteten Plastikcappe verschlossen und mit Signalband kenntlich gemacht.

Die Lage der Gaspegel kann der Anlage 3 entnommen werden.

### 8.4 Entnahme von Bodenluftproben

Die Entnahme der Bodenluftproben erfolgte durch Mitarbeiter des Sachverständigenbüros von der Bruck und Klingen am 12.03.2007.

Nach einer zehnmütigen Vorpumpzeit wurde aus dem Förderstrom der Gaspumpe ein definiertes Probenvolumen auf Aktivkohle angereichert. Einzelheiten der Probenahme können den Probenahmeprotokollen in Anlage 11 entnommen werden.

### 8.5 Grundwasserbeprobung

An den Grundwassermessstellen 1 und 2 wurden am 01.03.2007 Grundwasserbeprobungen durchgeführt.

Aus den zu beprobenden Grundwassermessstellen erfolgte die Grundwasserförderung mit einer Tauchpumpe. Die Grundwasserentnahme wurde gemäß "Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten" (Landesamt für Wasser und Abfall NRW, 1989)[30] durchgeführt.

Die geförderten Wassermengen betragen je 0,9 m<sup>3</sup>. Die Entnahme der Grundwasserproben aus den Grundwassermessstellen erfolgte etwa in der Mitte der grundwassererfüllten Verrohrung aus einer Tiefe von 14,5 m.

Während des Abpumpens wurden die vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH- Wert und Temperatur ständig beobachtet. Die anschließende Probenahme erfolgte erst nach dem Erreichen der Konstanz dieser Parameter.

Anschließend erfolgte die Entnahme der Grundwasserproben in beschriftete Flaschen. Von jeder Probe wurden je drei Flaschen (3 x 1,0 L) sowie je zwei Head-Space-Ampullen abgefüllt. Die entnommenen Proben wurden bis zur Analyse gekühlt und dunkel aufbewahrt.

In allen Grundwassermessstellen wurde der Grundwasserstand mittels Lichtlot unmittelbar vor Beginn des Klarpumpens gemessen. Außerdem erfolgte die Überwachung des Grundwasserstandes während des Abpumpens.

Weitere Einzelheiten zur Entnahme der Grundwasserproben können den Beprobungsprotokollen in Anlage 17 entnommen werden

Für die Ermittlung der Grundwasserfließrichtung wurde am 14.03.2007 eine Stichtagsmessung der Grundwasserstände unter Einbeziehung der nunmehr zugänglichen Grundwassermessstelle 3 durchgeführt. Die ermittelte Grundwasserfließrichtung verläuft Süd-Süd-West (vgl. Anlage 15).

#### 8.6 Ergebnisse der Bohrarbeiten

Auf dem Untersuchungsgelände wurden annähernd flächendeckend Auffüllungsmaterialien als oberste Bodenlage angetroffen. Darunter folgt ein Verwitterungslehm, der vermutlich das Ziel der Tongewinnung für die Ziegelherstellung gewesen war und daher nur noch in geringmächtigen Resten angetroffen wurde. Innerhalb des dann folgenden Schluffsteines stieg der Bohrwiderstand stark an, so dass sich bei vielen Bohrungen die Endteufe aufgrund des hohen Bohrwiderstandes ergab.

Auf dem *Sportplatz* besteht die Auffüllung bis 0,3 m Tiefe aus Splitt mit Schlackenunterbau, dem normalen Aufbau eines sog. Ascheplatzes. Unterhalb dieser Lage folgt in den Rammkernsondierungen 3 bis 6 direkt der verwitterte Schluffstein. In den Rammkernsondierungen 1, 8, 9, 10, 11, 12 und 14 wurde die Auffüllungsunterkante in Tiefen zwischen 0,8 m (RKS 8) und maximal 1,5 m (RKS 12) angetroffen.

In RKS 13 wurde die Unterkante der Auffüllung bei 3,0 m unter der Geländeoberkante angetroffen.

Im Bereich des *Parkplatzes* (westlicher Teil des Untersuchungsgeländes) liegt der Asphalt (RKS 25) direkt auf dem gewachsenen Boden.

Die Rammkernsondierungen 15 bis 18 wurden oberhalb der *östlichen Sportplatzböschung* auf dem Gelände des ehemaligen Gaswerkes niedergebracht. Die Auffüllungsmächtigkeit betrug hier zwischen 1,6 und 2,0 m. Das Auffüllungsmaterial bestand hier aus Schluff und Schluffstein mit Beimengungen von Bauschutt und wenig Schlacken.

Im südlichen Teil der östlichen Sportplatzböschung (Auffüllungsflächen 7389\_005 b und C) wurden Auffüllungsmächtigkeiten bis zu 7,6 m nachgewiesen. Hier bilden abschnittsweise Aschen, Schlacken und Formsand die Bodenhauptbestandteile. Zur Verifizierung des Ergebnisses von RKS 19 wurde in diesem Bereich die Rammkernsondierungen 22 und 23 zusätzlich abgeteuft.

Zur Verdeutlichung der Situation an der östlichen Sportplatzböschung verweisen wir auf den Profilschnitt RKS 14 – RKS 27 in Anlage 8. Daraus geht deutlich hervor, dass wesentliche Teile der östlichen Sportplatzböschung aus Auffüllungsmaterialien bestehen.

Teile der *Tribüne und der benachbarten Grünanlage* bestehen in einer nachgewiesenen Mächtigkeit von über 2,4 m aus Auffüllungsmaterialien mit erheblichem Asche- und Schlackenanteil.

Die Grundwasseroberfläche wurde bei den Bohrarbeiten erwartungsgemäß nicht erreicht. In mehreren Rammkernsondierungen wurden organoleptisch wahrnehmbare Auffälligkeiten festgestellt, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt sind:

**Tabelle 4: Zusammenfassung der Bohrergebnisse und organoleptische Auffälligkeiten**

Rammkernsondierung	Geländehöhe (m NN)	Endteufe (m unter GOK)	Auffüllungsmächtigkeit (m)	Gaspegel	organoleptische Auffälligkeiten
RKS 1	255,37	3,0	1,2		
RKS 2	255,47	2,0	0,7		
RKS 3	255,60	1,0	0,3		
RKS 4	255,51	1,0	0,4		

Rammkern- sondierung	Geländehöhe (m NN)	Endteufe (m unter GOK)	Auffüllungs- mächtigkeit (m)	Gaspegel	organoleptische Auffälligkeiten
RKS 5	255,42	1,0	0,4		
RKS 6	255,40	1,2	0,35		
RKS 7	257,22	1,9	> 1,9	X	
RKS 7A	257,22	1,6	> 1,6		
RKS 8	255,54	2,7	0,8		
RKS 9	255,48	3,0	1,0	X	
RKS 10	255,59	2,5	1,4		
RKS 11	255,65	2,7	0,9		
RKS 12	255,28	5,0	1,5		
RKS 13	255,38	5,0	3,0		
RKS 14	255,41	4,1	0,3	X	
RKS 15	260,35	3,4	1,3		
RKS 16	260,41	3,2	1,6	X	
RKS 17	260,13	2,8	2,0		
RKS 18	260,46	2,7	1,8	X	
RKS 19	261,88	7,4	> 7,4	X	
RKS 20	261,72	4,5	3,9		
RKS 21	261,24	7,0	6,0		
RKS 22	261,58	7,6	> 7,6		ab 7,6 m erhöhte Bodenfeuchte und leichter Teergeruch
RKS 23	261,30	6,4	> 6,4		
RKS 24	258,32	2,0	0,5		
RKS 25	259,71	2,1	0,5	X	
RKS 26	257,80	2,4	> 2,4		
RKS 27	260,21	6,2	5,6	X	5,0 bis 5,6 m leichter Teergeruch, 5,2 bis 5,6 erhöhte Bodenfeuchte
RKS 28	260,82	1,8	0,3		

### 8.7 Oberbodenbeprobung gemäß BBSchV

Aufgrund der Analysenergebnisse der in der Originalsubstanz untersuchten Proben aus den Rammkernsondierungen bestand der Verdacht, dass der Oberboden in Teilbereichen des Untersuchungsgeländes schadstoffbelastet sein könnte.

Um einen möglichen Schadstoffkontakt des Menschen (Belastungspfad Boden – Mensch) auszuschließen bzw. um festzustellen, inwieweit die nachweisbaren Schadstoffgehalte zu eventuellen Nutzungsbeschränkungen führen, wurden am 14.05.2007 Oberbodenuntersuchungen gemäß Bundesbodenschutzverordnung durchgeführt.

Dabei wurden von insgesamt sechs Flächen oberflächennahe Mischproben entnommen (vgl. Anlagen 18 und 19) und nachfolgend zur Analyse gegeben.

## **9. Chemische Untersuchungen**

Die chemischen Untersuchungen führte die Umwelt-Control-Labor GmbH (UCL), Köln, durch.

### 9.1 Belastungspotential

#### *Gaswerk*

Das grundsätzliche Verfahren eines Gaswerks (wie auch von Kokereien) beruht auf der Erhitzung von Kohle im so genannten Koksofen (unter Luftabschluss). Dabei entstehen die beiden Hauptprodukte des Prozesses: Koks und Gas. Das Rohgas enthält eine ganze Palette von chemischen Substanzen (Teer, Benzol, Phenol, Cyanwasserstoff, Ammonium), die früher mit verschiedenen Verfahren abgeschieden wurden, um sie einerseits als Wertstoff weiterzuverarbeiten und andererseits störende Niederschläge dieser Substanzen in den Gasnetzen (mit Querschnittsverminderungen bis hin zu Verstopfungen) zu vermeiden.

Diese abgeschiedenen Nebenprodukte und die zur Abscheidung erforderlichen Hilfsstoffe stellen im Wesentlichen das Schadstoffpotential dar, durch das ggf. die gaswerkstypischen Bodenverunreinigungen entstehen können.

Zur Technik von Kokereien und Gaswerken existiert eine umfangreiche Literatur. Einen guten Überblick gibt hier [14]. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der Größe der Gaswerksanlagen nur ein kleiner Teil der technisch möglichen Verfahrensschritte zum Einsatz kam. Welche das im Einzelnen gewesen sind, lässt sich aufgrund der Aktenlage heute nicht mehr exakt nachvollziehen. Daher ist zunächst prinzipiell mit dem nutzungsspezifischen Gesamtspektrum an möglichen Schadstoffen zu rechnen, die nachfolgend aufgeführt sind:

- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- leichtflüchtige Monoaromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol = BTEX-Aromaten)
- Cyanide
- Ammonium
- Phenole
- Mineralölkohlenwasserstoffe
- Schwermetalle

#### *Auffüllungskörper T-Com-Gelände*

Hier ist gemäß [1] mit erhöhten Schadstoffgehalten für folgende Schadstoffe und Schadstoffgruppen zu rechnen:

- Schwermetalle
- Mineralölkohlenwasserstoffe
- chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

#### *Restfläche des Sportplatzes (Ziegeleibetrieb/Ziegeleiabgrabung)*

Für den eigentlichen Herstellungsprozess einer Ziegelei sind keine nennenswerten Kontaminationspotentiale bekannt. Verunreinigungen durch Verluste von Treib- und Hilfsstoffen sind allerdings denkbar. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass bei der Verfüllung der Ziegeleigruben Materialien eingesetzt wurden, die ein ähnliches Schadstoffpotential aufweisen, wie das ehemalige Gaswerk und das T-Com-Gelände.

#### 9.2 Untersuchungsumfang Boden

Der in der Ausschreibung festgelegte Untersuchungsumfang der Bodenproben deckt das im vorangegangenen Kapitel beschriebene Schadstoffpotential vollständig ab. Es wurden Proben aus allen Teilen des Geländes untersucht, um Aussagen über alle vorhandenen Gefährdungspotentiale sowie über alle Geländebereiche zu ermöglichen. Die im Einzelnen untersuchten Bodenproben können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Für die Auffüllung mit Gießereisanden an der Südostgrenze des Untersuchungsgeländes (RKS 19-23 und 27), die Auffüllung an der Nordwestseite des Sportplatzes (RKS 7 und 26) sowie für die Auffüllungslage des Sportplatzes selbst (RKS 1-6, 9 und 10) wurden Bodenmischproben zusammengestellt und unter der Bezeichnung MP 1 bis MP 3 auf die Parameter der LAGA Tabelle II1.2-2 (ZO Feststoff) und II1.2-3 (ZO Eluat) untersucht. Damit werden Aussagen zu Entsorgungswegen für diese Materialien im Falle von Tiefbauarbeiten ermöglicht.

**Tabelle 5: Untersuchungsprogramm der Bodenproben**

Bodenprobe	Nutzungsbereich, der durch die Probe repräsentiert wird	heutige Lage	Untersuchungsprogramm
7/3	Auffüllungskörper nordwestlich des Sportplatzes	Tribüne	PAK nach EPA, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, Cyanide, Cyanide (leicht freisetzbar) Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Zn)
12/2	Auffüllung Nordteil des Geländes	Wiese	
16/2, 18/2	Auffüllung ehem. Gasometer	Wäldchen	
19/8, 20/5, 21/7, 22/7	Auffüllung Gießereisand	Wäldchen	
27/6	Auffüllung Südteil des Untersuchungsgeländes	Wäldchen	
MP 1	Auffüllungslage Sportplatz	Sportplatz	Untersuchung gemäß LAGA Originalsubstanz: PAK nach EPA, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, Cyanide, Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Th), BTEX, LHKW, PCB im Eluat: pH-Wert, Leitfähigkeit, Chlorid, Cyanid, Sulfat, Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Th), Phenole
MP 2	Auffüllung Gießereisande	Wäldchen	
MP3	Auffüllungskörper nordwestlich des Sportplatzes	Tribüne, Grünanlage	
OB 1/1 bis OB 6/1		Oberboden in den Böschungsbereichen des Sportplatzes	As, Pb, Cd, Cu, Ni, Hg, Zn, PAK

### 9.3 Untersuchungsumfang Bodenluft

Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf die Parameter BTEX-Aromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) sowie LHKW (leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe) untersucht.

### 9.4 Untersuchungsumfang Grundwasser

Im Rahmen einer Stichtagsbeprobung am 02.03.2007 wurden aus den Grundwassermessstellen GWMS 1 und GWMS 2 Grundwasserproben entnommen und nachfolgend im Labor der UCL GmbH analysiert.

Die Analyse erfolgte auf ein umfangreiches Parameterspektrum. Zusätzlich zu den vor-Ort-Parametern Leitfähigkeit, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt, Temperatur und pH-Wert wurden gemäß Vorgaben des Auftraggebers folgende Parameter untersucht:

**Tabelle 6: Untersuchungsprogramm Grundwasser**

Proben	Untersuchungsprogramm
GWMS 1, GWMS 2	Cyanid, Cyanid (leicht freisetzbar), Fluorid, Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Cr VI, Cu, Ni, Hg, Zn), KW, Phenole, BTEX, LHKW, PAK

### 9.5 Untersuchungsergebnisse

Die Analysenergebnisse können den Analysenberichten der UCL-GmbH in Anlage 10 entnommen werden. Die verwendeten Analysemethoden sind ebenfalls an dieser Stelle dokumentiert.

## **10. Bewertungskriterien**

### *Bewertungskriterien Boden*

In der Vergangenheit existierte für die Bewertung von Bodenverunreinigungen in Deutschland eine kaum noch zu überblickende Anzahl von Bewertungslisten, nach denen das Gefährdungspotential von Altlasten abzuschätzen war. Dabei wurden i.d.R. Werte angegeben, deren Überschreiten eine erhöhte Belastung des jeweiligen Umweltmediums mit Schadstoffen, einen Bedarf für weitergehende Untersuchungen oder Sanierungsmaßnahmen etc. anzeigte, bei deren Unterschreiten hingegen kein Handlungsbedarf gegeben war.

Von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) wurden im Januar 1994 die "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" [24] veröffentlicht. Damit lag die erste länderübergreifende Orientierungshilfe bei der Bewertung von Verunreinigungen des Grundwassers, der Bodenluft und eingeschränkt für Bodenverunreinigungen vor.

Am 17. März 1998 trat das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) in Kraft. Die ergänzende Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) wurde am 17. Juli 1999 wirksam. Damit existiert erstmals eine rechtlich verbindliche, bundeseinheitliche Grundlage zur Bewertung von Altlasten.

Darin wird eine nach verschiedenen Wirkungspfaden differenzierte Liste von Maßnahmen bzw. Prüfwerten vorgelegt. Diese Prüfwerte stellen Orientierungswerte dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten eine Einzelfallprüfung unter Einbeziehung der Faktoren Stoff-, Standort- und Nutzungscharakteristik erforderlich wird. Im Einzelnen sind folgende Prüfwerte aufgeführt:

- Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch (gestaffelt für Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen, Industrie- und Gewerbegrundstücke)
- Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze
- Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser
- Vorsorgewerte

**Maßnahmschwellenwerte**, bei deren Überschreiten gesetzlich zwingend weitere Maßnahmen erforderlich werden, sind in der BbodSchV nur für wenige Schadstoffe enthalten. Für alle anderen Schadstoffe und Schadstoffgruppen sind Maßnahmschwellenwerte auf den Einzelfall des Untersuchungsgeländes bezogen jeweils wissenschaftlich neu abzuleiten. Ob sich diese (finanzierungsintensive) Regelung in der Praxis der Altlastenerkundung und -sanierung insbesondere bei kleineren Untersuchungen durchsetzen lässt, muss abgewartet werden. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurden beispielsweise von der Stadt Osnabrück Bodenwerte für die Bauleitplanung für Wohngebiete abgeleitet und als allgemeine Empfehlung ausgegeben. (vgl. [26]).

Weiterhin ist festzustellen, dass eine erhebliche Anzahl von Schadstoffen in der Bundes-Bodenschutzverordnung bislang keine Erwähnung gefunden hat und dementsprechend auch keine Prüfwerte für diese Stoffe existieren.

Außerdem werden **Vorsorgewerte** aufgeführt, bei deren Überschreitung in der Regel von der Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung auszugehen ist.

Aufgrund der Nutzung des Untersuchungsgebietes sind auf jeden Fall die Prüfwerte des Wirkungspfades Boden-Mensch von Belang. Außerdem kann bei entsprechenden Schadstoffkonzentrationen auch der Wirkungspfad Boden-Grundwasser von Bedeutung sein. Eine gärtnerische bzw. landwirtschaftliche Nutzung findet auf dem Untersuchungsgebiet zur Zeit nicht statt. Für die derzeitige Nutzung ist der Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze daher von nachrangigem Interesse. Im Hinblick auf eine etwaige Neubebauung des Gebietes mit Wohnhäusern und Hausgärten sind Aussagen in diese Blickrichtung allerdings von Interesse.

Folgende Prüfwerte konnten für die Gefahrenabschätzung herangezogen werden:

**Tabelle 7: Prüfwerte für Bodenbelastungen gemäß BBodSchV**

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch auf Kinderspielflächen (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch in Wohngebieten (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch Park- und Freizeitanlagen (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch Industrie- und Gewerbegrundstücke (mg/kg)
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1000	2000
Cadmium	10 (2)	20 (2)	50	60
Chrom	200	400	1000	1000
Kupfer	-	-	-	-
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Benzo-a-pyren (PAK- Einzelparameter)	2	4	10	12
Mineralölkohlenwasserstoffe	-	-	-	-

Schadstoff/ Schadstoffgruppe	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch auf Kinderspielflächen (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch in Wohngebieten (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch Park- und Freizeitanlagen (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch Industrie- und Gewerbegrundstücke (mg/kg)
PAK (EPA)	-	-	-	-
PCB	0,4	0,8	2	40
Cyanide	50	50	50	100

Für Mineralölkohlenwasserstoffe, Kupfer und PAK (außer Benzo-a-pyren) sind Prüfwerte lediglich für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser aufgeführt.

Für die Bewertung des Belastungspfad des Boden-Grundwasser wird von einer vertikalen Schadstoffbewegung innerhalb des Bodenkörpers ausgegangen, die i.d.R. über den Transport mittels Sickerwasser erfolgt. Dementsprechend werden hierfür Analysenwerte aus der wässrigen Matrix (Säuleneluat, Bodensättigungsextrakt) zur Anwendung kommen.

**Tabelle 8: Prüfwerte für Bodenbelastungen gemäß BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser**

Parameter	Einheit	Prüfwert
Antimon	µg/l	10
Arsen	µg/l	10
Blei	µg/l	25
Cadmium	µg/l	5
Chrom gesamt	µg/l	50
Chromat	µg/l	8
Kobalt	µg/l	50
Kupfer	µg/l	50
Molybdän	µg/l	50
Nickel	µg/l	50
Quecksilber	µg/l	1

Selen	µg/l	10
Zink	µg/l	500
Zinn	µg/l	40
Cyanid gesamt	µg/l	50
Cyanid leicht freisetzbar	µg/l	10
Fluorid	µg/l	750
PAK (ohne Naphthalin)	µg/l	0,20
Naphthalin	µg/l	2
Mineralölkohlenwasserstoffe	µg/l	200
PCB, gesamt	µg/l	0,05
BTEX	µg/l	20
LHKW	µg/l	10
Benzol	µg/l	1
Phenole	µg/l	20

Die für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser aufgelisteten Schadstoffgehalte gelten räumlich für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur grundwasser-gesättigten Bodenzone, dem sog. Ort der Beurteilung. Der Ort der Bodenprobennahme liegt meistens deutlich oberhalb der Grundwasseroberfläche und stimmt daher i.d.R. nicht mit dem Ort der Beurteilung überein.

Demnach ist für die Bewertung von gemessenen Schadstoffgehalten die Veränderung des Sickerwassers beim Durchgang durch die ungesättigte Bodenzone, sowie der Abstand der Grundwasseroberfläche vom Ort der Probenahme von Bedeutung und gem. BBodSchV zwingend zu berücksichtigen.

Eine Abschätzung der Sickerwasserbelastung (am Ort der Beurteilung) auf der Grundlage von Untersuchungen des Bodenmaterials von Altablagerungen und Altstandorten ist gem. BBodSchV aufgrund von Materialinhomogenitäten i.d.R. nicht zweckmäßig.

Für Rückschlüsse von den Ergebnissen am Ort der Probenahme auf zu erwartende Werte am Ort der Beurteilung könnten mathematische Methoden angewandt werden. Hierfür ist allerdings im Rahmen der bisherigen Untersuchungen eine sehr schmale Datenbasis vorhanden. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf T. Schmidt, V. Zeisberger: „Sickerwasserprognose in Vollzug und Praxis - Richtlinie zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser“, Altlastenspektrum, 10/5, Oktober 2001, wo der mathematischen Methode lediglich für sehr große Untersuchungsobjekte eine konkrete Bedeutung zugestanden wird.

Für den sogenannten „normalen“ Untersuchungsrahmen wird dort eine Methodik vorgestellt, mit der über Berücksichtigung der Rahmenbedingungen (z.B. Schadstoffgehalt im Boden, Schadstoffmobilität, Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone) Rückschlüsse vom Ort der Probenahme (Messung) zum Ort der Beurteilung möglich werden. Diese Methodik hat über die Hessische Landesanstalt für Umwelt und Boden bereits Einlass in die Verwaltungspraxis gefunden. Für jeden Beurteilungsschritt werden hier Beurteilungshilfen in quantitativer bzw. halbquantitativer Form gegeben, mit deren Hilfe letztlich aus einer Beurteilungsmatrix die Grundwassergefährdung am Ort der Beurteilung abgeschätzt werden kann.

Eine weitere mögliche Methode der Bewertung am Ort der Beurteilung ist der Vergleich von Schadstoffgehalten im Grundwasseran- und -abstrom und nachfolgende Abschätzung für das Sickerwasser.

Schmidt und Zeisberger (2001) weisen außerdem darauf hin, dass in der BBodschV in erster Linie Abschätzungen vorgesehen sind, und treten der Auffassung entgegen, dass Schadstofffracht und -konzentration am Ort der Beurteilung zu errechnen seien: „Hintergrund ist, dass weder jetzt noch in naher Zukunft validierte Stofftransportmodelle zur Simulation der Transportvorgänge in der ungesättigten Bodenzone zur Verfügung stehen.“

In Nordrhein-Westfalen steht seit 2003 die "Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung Boden-Grundwasser" [29] zur Verfügung. Auch darin wird auf die in der BBodschV verwendete Formulierung der "Abschätzung" ausdrücklich hingewiesen und der "verbal-argumentativen Abschätzung" eine wichtige Rolle zugewiesen.

Zur Abschätzung mit mathematischen Methoden heißt es: "Dabei ist anzumerken, dass derzeit die mathematischen Methoden zur Modellierung des Stofftransports in der ungesättigten Zone überwiegend noch dem Stand der Forschung entsprechen. Es bestehen zum Teil grundsätzliche Erkenntnisdefizite, welche Eingangsdaten im Einzelnen für die Berechnung/ Modellierung der Prozesse in der ungesättigten Zone entscheidend sind, und ob sich diese hinreichend genau und repräsentativ erheben oder ableiten lassen."

Die Grundwasseruntersuchung mit nachfolgenden Rückschlüssen auf Schadstoffeinträge am Ort der Beurteilung wird als Methode ausdrücklich dargestellt. Diese Methode bot sich aufgrund des Vorhandenseins von Grundwassermessstellen im Bereich des Untersuchungsgeländes an.

Für die Bewertung von Bodenaushub wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) eine Liste erarbeitet, nach der Bodenmaterial abhängig vom Schadstoffgehalt in verschiedene Einbauklassen eingeteilt wird. Der Zuordnungswert Z 0 erlaubt einen uneingeschränkten Wiedereinbau des Bodens. Bei Z 1.1 ist ein eingeschränkter offener Einbau möglich wie auch bei Z 1.2 (allerdings nur in hydrogeologisch günstigen Gebieten). Bei der Einbauklasse Z 2 ist ein eingeschränkter Einbau mit bestimmten Sicherungsmaßnahmen möglich. Für die Bewertung von Bodenverunreinigungen lassen sich diese Werte spätestens seit Verabschiedung der Bundesbodenschutzverordnung nur sehr eingeschränkt heranziehen.

**Tabelle 9: Zuordnungswerte für Boden gemäß LAGA-Richtlinie**

Parameter	LAGA-Richtlinie			
	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Bodenoriginalsubstanz</b>				
Arsen (mg/kg)	20	30	50	150
Blei (mg/kg)	100	200	300	1.000
Cadmium (mg/kg)	0,6	1	3	10
Chrom (mg/kg)	50	100	200	600
Kupfer (mg/kg)	40	100	200	600
Nickel (mg/kg)	40	100	200	600
Quecksilber (mg/kg)	0,3	1	3	10
Thallium (mg/kg)	0,5	1	3	10
Zink (mg/kg)	120	300	500	1.500
Boden-pH Wert	5,5-8	5,5-8	5-9	--
EPA-PAK (mg/kg)	1	5	15	20
Naphtalin	--	0,5	1,0	--
Benzo(a)pyren	--	0,5	1,0	--
MKW (mg/kg)	100	300	500	1.000
EOX (mg/kg)	1	3	10	15
PCB (mg/kg)	0,02	0,1	0,5	1
Summe BTEX (mg/kg)	< 1	1	3	5
Summe CKW (mg/kg)	< 1	1	3	5

Parameter	LAGA-Richtlinie			
	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Cyanide ges. (mg/kg)	1	10	30	100
<b>Bodeneluat</b>				
pH-Wert	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Arsen (µg/l)	10	10	40	60
Blei (µg/l)	20	40	100	200
Cadmium (µg/l)	2	2	5	10
Chrom (µg/l)	15	30	75	150
Kupfer (µg/l)	50	50	150	300
Nickel (µg/l)	40	50	150	200
Quecksilber (µg/l)	0,2	0,2	1	2
Thallium (µg/l)	< 1	1	3	5
Zink (µg/l)	100	100	300	600
pH-Wert	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit (µS/cm)	500	500	1000	1500
Chlorid (mg/l)	10	10	20	30
Sulfat (mg/l)	50	50	100	150
Phenolindex (µg/l)	< 10	10	50	100
Cyanide ges. (µg/l)	< 10	10	50	100

### *Bewertungskriterien Grundwasser*

Für Feststellung und Bewertung von Verunreinigungen des Grundwassers liegen seit Mai 2006 die "Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen" [28] vor.

Darin wird klargestellt, dass bei einer Schadstoffkonzentration oberhalb der in [27] sowie der nachfolgenden Tabelle genannten Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser eine Grundwasserverunreinigung als festgestellt gilt.

**Tabelle 10: Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser**

Parameter	Einheit	Geringfügigkeitsschwellenwert
Antimon (Sb)	µg/l	5
Arsen (As)	µg/l	10
Blei (Pb)	µg/l	7
Cadmium (Cd)	µg/l	0,5
Chrom (Cr III)	µg/l	7
Kobalt (Co)	µg/l	8
Kupfer (Cu)	µg/l	14
Nickel (Ni)	µg/l	14
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2
Zink (Zn)	µg/l	58
Cyanid ges.	µg/l	50
Fluorid	µg/l	750
Sulfat	mg/l	240
Summe PAK (ohne Naphthalin)	µg/l	0,2
Anthracen, Benzo-a-pyren, Dibenz-a,h-anthracen	µg/l	je 0,01
Benzo-b-fluoranthen, Benzo-k-fluoranthen, Benzo-ghi-perylen, Fluoranthen, Ideno-123-cd-pyren	µg/l	je 0,025
Summe Naphthalin und Methylnaphthaline	µg/l	1
Summe LHKW	µg/l	20
Summe Tri- und Tetrachlorethen	µg/l	10
1,2-Dichlorethan	µg/l	2
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/l	0,5
Summe PCB	µg/l	0,01
Kohlenwasserstoffe	µg/l	100
Benzol	µg/l	1
Phenol	µg/l	8

Für die Bewertung von Grundwasserverunreinigungen wird mehrfach betont, dass einzu- leitende Maßnahmen *"nach den konkreten Umständen des Einzelfalles und unter den lokalen Randbedingungen geeignet, erforderlich und angemessen sein"* müssen.

Wesentliche Merkmale für die Bewertung sind demnach:

- Schadstoffkonzentration im Grundwasser
- räumliche Ausdehnung und zeitliche Entwicklung der Grundwasserverunreinigung
- Schadstofffrachten aus der Schadstoffquelle in das Grundwasser

Zur Bewertung des konkreten Einzelfalles können weitere Kriterien herangezogen werden, wie z.B.:

- Charakterisierung des Grundwasserleiters
- wasserwirtschaftliche Bedeutung des Grundwasserleiters
- Hintergrundbelastung des Grundwassers und ggf. des Bodens
- Ausdehnung der Grundwasserverunreinigung
- natürliche Schadstoffminderungsprozesse
- Schadstoffeinträge
- weitere betroffene Schutzgüter
- etwaige Nutzungsgefährdungen im Bereich der Verunreinigung

#### *Bewertungskriterien Bodenluft*

Für die Bewertung von Schadstoffen in der Bodenluft werden im Bundes-Bodenschutzgesetz keine Angaben gemacht. Als Orientierung könnten hierzu die Angaben in der LAWA-Liste [24] dienen. Dort ist für LHKW sowie BTEX-Aromaten ein Orientierungswert von 5 bis 10 mg/m<sup>3</sup> sowie ein Maßnahmenschwellenwert von 50 mg/m<sup>3</sup> aufgeführt.

## 11. Bewertung

### 11.1 Bewertung Boden

Im Boden wurden für die verschiedenen Schadstoffe die nachfolgend erläuterten und bewerteten Konzentrationen festgestellt. Wir verweisen hierzu auch auf die Darstellungen in den Anlagen 4 und 5 sowie die Analysenberichte in Anlage 10.

**Tabelle 11: Zusammengefasste Darstellung der Bodenanalysen (Einzelproben)**

Schadstoff/ Schadstoff- gruppe	geringster Analysen- wert (mg/kg)	höchster Analysen- wert (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungs- pfad Boden- Mensch auf Kinderspiel- flächen (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungs- pfad Boden- Mensch in Wohngebieten (mg/kg)	Prüfwerte für den Wirkungs- pfad Boden- Mensch in Park- und Freizeit- anlagen (mg/kg)	Prüfwert für den Wirkungs- pfad Boden- Nutzpflanze
Arsen	5	37	25	50	125	200
Blei	33	680	200	400	1000	-
Chrom	34	58	200	400	1000	-
Chrom VI	< 0,5	< 0,5	-	-	-	-
Kupfer	45	830	-	-	-	-
Nickel	22	92	70	140	350	-
Quecksilber	0,1	6,2	10	20	50	5
Zink	87	2.700	-	-	-	-
Cyanide	0,19	15	50	50	50	-
Cyanide (leicht freisetzbar)	< 0,1	< 0,1	-	-	-	-
Benzo-a- pyren	0,8	32	2	4	10	1
PAK (EPA)	10,1	502	-	-	-	-
EOX	< 1	< 1	-	-	-	-
Phenole	< 1	< 1	-	-	-	-
Mineralöl- kohlen- wasserstoffe	84	1.400	-	-	-	-

Für die Schadstoffe und Schadstoffgruppen *Chrom*, *Quecksilber*, *Cyanide*, *extrahierbare chlororganische Verbindungen (EOX)* und *Phenole* wurden Analysenwerte ermittelt, die als geringfügig einzuschätzen sind. Die entsprechenden Orientierungswerte werden, soweit vorhanden, deutlich unterschritten. Eine Diskussion über Themenbereiche wie Schadstoffverteilung, Schadstofftransport oder –herkunft erübrigt sich für diese Schadstoffgruppen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Analyseergebnisse für die Schadstoffe zusammengestellt, die in einer oder mehreren Proben als erhöht zu bewerten sind. Die Erläuterung der dargestellten Werte erfolgt im nachfolgenden Text

**Tabelle 12: Schadstoffe mit teilweise erhöhten Werten in den Bodenanalysen (Einzelproben)**

Schadstoff/ Schadstoff- gruppe	7/3 (mg/kg)	12/2 (mg/kg)	16/2 (mg/kg)	18/2 (mg/kg)	19/8 (mg/kg)	20/5 (mg/kg)	21/7 (mg/kg)	22/7 (mg/kg)	27/6 (mg/kg)
Arsen	13	26	8	5	37	14	13	33	7
Blei	75	99	680	200	170	69	33	350	160
Kupfer	57	160	140	47	630	160	45	830	67
Nickel	22	42	44	50	92	25	26	86	46
Zink	300	340	450	200	2700	330	87	1800	220
Benzo-a- pyren	9,9	9,5	2,8	16	3,8	24	0,8	22	32
PAK (EPA)	108,2	124,1	29,7	221,2	43,0	501,8	10,14	364,8	500,2
Mineralöl- kohlen- wasserstoffe	300	180	1200	680	530	650	84	670	1400

*Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Benzo-a-pyren*

Die PAK waren in den meisten der untersuchten Einzelproben in erhöhten bis stark erhöhten Konzentrationen festzustellen. Lediglich in Probe 21/7 wurde mit 10,14 mg/kg ein relativ geringer Wert festgestellt. Vergleichbar ist das Bild für den Parameter Benzo-a-pyren: erhöhte bis stark erhöhte Gehalte (Maximum 32 mg/kg in Probe 27/6) mit Ausnahme der Probe 21/7 (0,8 mg/kg).

In MP 1, die die oberflächennahen Bereiche des Sportplatzes repräsentiert, war lediglich 1,0 mg/kg PAK feststellbar, während Benzo-a-pyren im Rahmen der Nachweisgrenze von 0,05 mg/kg nicht detektierbar war.

In den Mischproben MP 2 und MP 3 (nordwestliche und südwestliche Sportplatzböschung) spiegeln sich die Ergebnisse der Einzelproben auch in der Mischprobe wider. Sowohl die Werte für Benzo-a-pyren ( 8,0 bzw. 3,5 mg/kg) als auch für die Summe PAK (85,7 bzw. 42,5 mg/kg) sind als deutlich erhöht zu bewerten. Wäre dieses Material im Falle von Baumaßnahmen zu entsorgen, wäre eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 2 nicht mehr möglich. Das Material müsste daher als besonders überwachungspflichtiger Abfall deklariert und entsprechend entsorgt werden.

#### *Arsen*

Der Arsengehalt ist in den Einzelproben 12/2 (26 mg/kg), 19/8 (37 mg/kg) und 22/7 (33 mg/kg) als leicht erhöht einzuschätzen. Alle anderen Einzelproben wie auch die Mischproben enthalten geringe Arsengehalte. Das gilt insbesondere für MP 1 (Sportplatzoberfläche), wo mit 9 mg/kg ein sehr geringer Wert ermittelt wurde.

#### *Blei*

Die Bleigehalte in den Proben 16/2 (680 mg/kg) und 22/7 (350 mg/kg) sind als leicht bis mäßig erhöht einzuschätzen. Die Bleigehalte in allen anderen untersuchten Proben sind als geringfügig einzuschätzen.

Die Mischprobe MP 1 (Sportplatzoberfläche) weist mit 110 mg/kg einen geringen Bleigehalt auf.

#### *Kupfer*

Der Kupfergehalt in den Proben 19/8 (630 mg/kg) und 22/7 (830 mg/kg) ist als deutlich erhöht zu bewerten. Die Mischprobe aus der südöstlichen Sportplatzböschung (MP 2) beinhaltet ebenfalls einen deutlich erhöhten Kupfergehalt (890 mg/kg), der im Falle von Erdarbeiten eine Einstufung des Materials als besonders überwachungspflichtiger Abfall nach sich ziehen würde.

Der Kupfergehalt der Mischprobe MP 1 (36 mg/kg) ist als geringfügig einzuschätzen.

#### *Nickel*

Für Nickel wurde in der Mischprobe MP 2 (südöstliche Sportplatzböschung) mit 280 mg/kg ein leicht erhöhter Wert festgestellt.

Alle anderen untersuchten Proben weisen geringe Nickelgehalte auf. In MP 1 (Sportplatzoberfläche) wurde ein sehr geringer Nickelgehalt von 20 mg/kg ermittelt.

### *Zink*

Die Zinkgehalte in den Proben 19/8 (2700 mg/kg) und 22/7 (1800 mg/kg) sind als deutlich erhöht einzuschätzen. In einigen weiteren Einzelproben ist der Zinkgehalt leicht erhöht. Die Mischprobe MP 2 (1300 mg/kg) weist einen mäßig erhöhten Zinkgehalt auf.

Der Zinkgehalt in MP 1 (Sportplatzoberfläche) ist mit 97 mg/kg als geringfügig einzuschätzen.

### *Mineralölkohlenwasserstoffe*

In den Proben 16/2, 19/8 und 27/6 sind die Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) mit Gehalten zwischen 1200 und 2700 mg/kg in mäßig erhöhten Konzentrationen angetroffen worden. Alle anderen Proben weisen geringe bis leicht erhöhte MKW-Gehalte auf.

Der MKW-Gehalt in MP 1 liegt unterhalb der Nachweisgrenze von 50 mg/kg.

## 11.2 Abfalltechnische Bewertung Boden

Die Bodenmischproben MP 1 bis MP 3 wurden auf die Parameterliste gemäß LAGA-Liste Tabelle II1.2-2 (ZO Feststoff) und II1.2-3 (ZO Eluat) untersucht.

Die Analysenergebnisse können der Anlage 10 entnommen werden. Die Zuordnungswerte ZO bis Z2 können der Tabelle 9 entnommen werden.

Aus dem Vergleich der Analysenergebnisse mit den Zuordnungswerten gemäß LAGA ergeben sich folgende Einstufungen:

Die Mischprobe MP 1 (Sportplatzoberfläche) ist aufgrund des hohen Boden-pH-Wertes (9,1) in die Zuordnungs-kategorie Z 2 einzustufen. Alle anderen Werte würden eine günstigere Einstufung ermöglichen.

Die Mischproben MP 2 und MP 3 (nordwestliche und südöstliche Sportplatzböschung) können nicht mehr in die Zuordnungs-kategorie Z 2 eingestuft werden. Aufgrund der hohen PAK-Gehalte (einschließlich Benzo-a-pyren) und zusätzlich in MP 2 hohen Kupfergehalte muss Aushub aus den betroffenen Bodenbereichen als besonders überwachungspflichtiger Abfall entsorgt werden.

### 11.3 Bewertung Boden (Belastungspfad Boden-Mensch)

Für die Bewertung des Belastungspfades Boden-Mensch stehen die Ergebnisse der Untersuchung der Mischprobe MP 1 zur Verfügung. Mit dieser Mischprobe wird die oberste Bodenlage des Sportplatzes flächig erfasst.

Die festgestellten Schadstoffgehalte sind gering und unterschreiten durchweg die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch auf Kinderspielflächen. Die Prüfwerte für Wohnflächen sowie Park- und Freizeitanlagen werden damit ebenfalls unterschritten. Eine Gesundheitsgefährdung bei der Benutzung des Sportplatzes kann somit ausgeschlossen werden.

Die nachträglich entnommenen Oberbodenproben OB 1 bis OB 6 (vgl. Anlage 18 und 19) halten durchweg die für die derzeitige Nutzung relevanten Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen ein. Damit sind von den vorliegenden Untersuchungsergebnissen keine Beschränkungen der derzeitigen Nutzung abzuleiten.

Die Orientierungswerte für Kinderspielflächen werden in den Oberbodenproben OB 1/1, OB 2/1 (südöstliche Sportplatzböschung) und OB 5/1 (Grünanlage nordwestlich des Sportplatzes) nicht durchweg eingehalten, so dass eine entsprechende Umnutzung der betroffenen Flächen Maßnahmen im Oberbodenbereich erfordern würde.

### 11.4 Bewertung Bodenluft

In der Bodenluft wurden als Schadstoffe die BTEX-Aromaten sowie leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) analysiert. Dabei wurden fast ausschließlich Schadstoffgehalte unterhalb bzw. im Bereich der jeweiligen Nachweisgrenze ermittelt. Die maximalen Messwerte für BTEX (1,9 mg/m<sup>3</sup>) und CKW (< 0,5 mg/m<sup>3</sup>) sind als geringfügig einzuschätzen.

Die Untersuchungsergebnisse können im Einzelnen den Analyseberichten in Anlage 10 sowie den Probenahmeprotokollen in Anlage 11 entnommen werden.

Eine Gefährdung für die menschliche Gesundheit geht von diesen Befunden nicht aus

## 11.5 Bewertung Grundwasser

### 11.5.1 Grundwasserfließrichtung

Der freie Grundwasserspiegel wurde während der Untersuchungsarbeiten zwischen 250,33 und 250,48 m NN angetroffen. Daraus ergab sich für die Stichtagsmessung am 14.03.2007 eine Grundwasserfließrichtung nach Süd-Süd-West (vgl. Anlage 15).

Die Ausbildung von temporärem Grundwasser beispielsweise auf der Oberfläche der Verwitterungszone ist denkbar, konnte aber während der Untersuchungsarbeiten im März 2007 nicht festgestellt werden. Im Vorfeld der Untersuchungsarbeiten waren im Raum Velbert intensive Niederschläge zu verzeichnen.

**Tabelle 13: Grundwasserstände bei der Stichtagsmessung am 14.03.2007**

	GWMS 1 OK Rohr = 255,54 m NN	GWMS 2 OK Rohr = 255,94 m NN	GWMS 3 OK Rohr = 261,20 m NN
Stichtagsmessung vom 14.03.2007	5,15 m (250,39 m NN)	5,46 m (250,48 m NN)	10,87 m (250,33 m NN)

### 11.5.2 Grundwasser

Die Grundwasseruntersuchungen erfolgten auf eine große Anzahl von Parametern, die den Analysenberichten in Anlage 10 entnommen werden können.

Dabei lagen die meisten der untersuchten Schadstoffe in einem Konzentrationsbereich unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze. Lediglich für die Cyanide wurden mit 15 bzw. 10 µg/l Werte oberhalb der Nachweisgrenze festgestellt, die aber deutlich unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes von 50 µg/l liegen.

Eine Beeinflussung des Grundwassers durch die im Boden vorhandenen Schadstoffe konnte somit nicht festgestellt werden.

## 11.6 Bewertung Baugrund

Hierzu verweisen wir auf die Ausführungen der Stellungnahme in Anlage 14.

## **12. Schlussfolgerungen und weiterführende Maßnahmen**

Auf dem Sportplatzgelände Kastanienallee in Velbert-Mitte wurden Untersuchungen des Bodens, der Bodenluft und des Grundwassers durchgeführt.

Dabei wurden im Bereich des eigentlichen Sportplatzes geringe Schadstoffgehalte festgestellt, von denen keine Personengefährdung ausgeht.

Im Randbereich des Untersuchungsgeländes wurden Auffüllungslagen größerer Mächtigkeit festgestellt, in denen erhöhte bis stark erhöhte Schadstoffgehalte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und einige Schwermetalle ermittelt wurden. Die Bodenmaterialien aus der nordwestlichen und der südöstlichen Böschung des Sportplatzes müssen im Falle von Tiefbauarbeiten in diesen Bereichen voraussichtlich weitgehend als besonders überwachungs-pflichtiger Abfall entsorgt werden.

Eine negative Beeinflussung des Grundwassers konnte nicht festgestellt werden. Die ermittelten Schadstoffgehalte in der Bodenluft sind gering.

In den Bereichen mit nachgewiesenen Untergrundverunreinigungen wurden Untersuchungen an oberflächennahen Mischproben gemäß BBodSchV durchgeführt. Die im Oberboden nachweisbaren Schadstoffgehalte unterschreiten die für die derzeitige Nutzung relevanten Orientierungswerte. Damit lassen sich von den Untersuchungsergebnissen keine Nutzungsbeschränkungen für die derzeitige Nutzung ableiten. Eine eventuelle Umnutzung des Untersuchungsgeländes zu Kinderspielflächen würde in Teilbereichen Maßnahmen zur Verbesserung des Oberbodens erfordern.

Somit lässt sich aus gutachterlicher Sicht kein akuter Handlungsbedarf von den Untersuchungsergebnissen ableiten.

Für die geplante Bebauung des Geländes mit einer Schule bzw. Wohnhäusern ist der Zentralteil des Geländes grundsätzlich geeignet, sofern die Gründung der Gebäude innerhalb der steinigen Verwitterungsprodukte des Devons erfolgt. Eine Gründung innerhalb der Auffüllungsmaterialien ist nicht zulässig. Innerhalb der bindigen Verwitterungslage wird eine Gebäudegründung zusätzliche technische Maßnahmen erfordern.

In den Randbereichen des Untersuchungsgeländes müssen vor einer eventuellen Bebauung die verunreinigten Auffüllungsmaterialien entfernt und nachfolgend ordnungsgemäß entsorgt werden. Hierfür ist mit entsprechend erhöhten Aufwendungen zu rechnen. Das betrifft die südöstliche Böschung des Sportplatzes (RKS 15 bis RKS 23), die Grünanlage am Südrand des Sportplatzgeländes (Bereich RKS 27) sowie die Tribüne und Teile der Grünanlage am Nordwestrand des Sportplatzes. Diese Verunreinigungen sollten bei Vorliegen der konkreten Bauplanungen durch weitere Untersuchungen eingegrenzt werden. Hierbei müssen die vorhandenen unterirdischen Leitungen berücksichtigt werden.

Vor Beginn einer Neubebauung sind nach jetzigem Kenntnisstand u.a. folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Vorlage einer konkreten Bauplanung mit abzutragenden Gebäudelasten
- Erstellung eines Gutachtens zur detaillierten Baugrunduntersuchung im Bereich der geplanten Gebäude
- Erstellung eines Abriss- und Entsorgungskonzeptes für die vorhandenen Gebäude
- Erstellung eines Bodenmanagementkonzeptes insbesondere für verunreinigte Bodenmassen

Alle Maßnahmen zur Planung und Realisierung der eventuellen Neubebauung des Sportplatzgelände sollten unter gutachterlicher Begleitung und unter Einbeziehung der zuständigen Fachbehörde erfolgen.

**Umweltgeologisches Sachverständigenbüro**  
**Peter von der Bruck + Hans-Heinrich Klingen**

Hans-Heinrich Klingen  
Diplom-Geologe

Peter von der Bruck  
Diplom-Geologe

## **Anlage 1**

**Übersichtskarte 1 : 25.000**

## **Anlage 2 a**

**Luftbild 1 : 5.000 (1930)**

## **Anlage 2 b**

**Luftbild 1 : 5.000 (1954)**

## **Anlage 2 c**

**Luftbild 1 : 5.000 (1967)**

## **Anlage 2 d**

**Luftbild 1 : 5.000 (1982)**

## **Anlage 2 e**

**Luftbild 1 : 5.000 (2005)**

## **Anlage 3**

**Lageplan mit Bohransatzpunkten und temporären Gaspegeln**

## **Anlage 4**

**Lageplan mit Darstellung der Untersuchungsergebnisse - Bodenluft**

## **Anlage 5**

**Lagepläne mit Darstellung der Untersuchungsergebnisse - Boden**

## **Anlage 6**

### **Schichtenverzeichnisse Rammkernsondierungen**

## **Anlage 7**

### **Bohrprofile Rammkernsondierung**

## **Anlage 8**

### **Profilschnitte**

## **Anlage 9**

### **Ausbauplan für temporäre Gaspegel**

## **Anlage 10**

### **Analysenergebnisse**

## **Anlage 11**

### **Probenahmeprotokoll für Bodenluftproben**

**Probenahmeprotokoll der Bodenluftprobenahmen (Form durch den AG vorgegeben)**

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>BL 14</b>	<b>BL 7</b>	<b>BL 9</b>	<b>BL 16</b>
<b>Entnahmeort</b>	<b>RKS 14</b>	<b>RKS 7</b>	<b>RKS 9</b>	<b>RKS 16</b>
<b>Entnahmedatum</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>
<b>Beginn Probenahme</b>	<b>8.30</b>	<b>8.55</b>	<b>9.20</b>	<b>9.45</b>
<b>Ende Probenahme</b>	<b>8.40</b>	<b>9.05</b>	<b>9.30</b>	<b>9.55</b>
<b>Bohrtiefe (m u. GOK)</b>	<b>4,1</b>	<b>1,9</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>
<b>Oberflächenbeschaffenheit</b>	<b>Wiese</b>	<b>Schlacke</b>	<b>Wiese</b>	<b>Waldboden</b>
<b>Ausbautiefe (m u. GOK)</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>
<b>Entnahmetiefe (m u. GOK)</b>	<b>1-4</b>	<b>1-2</b>	<b>1-3</b>	<b>1-3</b>
<b>Durchmesser Gaspegel (mm)</b>	<b>35</b>			
<b>Durchfluss (l/min)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Probenvolumen</b>	<b>je 2,0 l</b>			
<b>Anreicherung auf</b>	<b>Dräger Aktivkohle Typ G</b>			
<b>Bemerkungen</b>				

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>BL 18</b>	<b>BL 19</b>	<b>BL 25</b>	<b>BL 27</b>
<b>Entnahmeort</b>	<b>RKS 18</b>	<b>RKS 19</b>	<b>RKS 25</b>	<b>RKS 27</b>
<b>Entnahmedatum</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>	<b>13.03.2007</b>
<b>Beginn Probenahme</b>	<b>10.20</b>	<b>10.45</b>	<b>13.35</b>	<b>14.40</b>
<b>Ende Probenahme</b>	<b>10.30</b>	<b>10.55</b>	<b>13.45</b>	<b>14.50</b>
<b>Bohrtiefe (m u. GOK)</b>	<b>2,7</b>	<b>7,4</b>	<b>2,1</b>	<b>6,2</b>
<b>Oberflächenbeschaffenheit</b>	<b>Waldboden</b>	<b>Waldboden</b>	<b>Waldboden</b>	<b>Waldboden</b>
<b>Ausbautiefe (m u. GOK)</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Entnahmetiefe (m u. GOK)</b>	<b>1-2</b>	<b>1-2</b>	<b>1-2</b>	<b>1-2</b>
<b>Durchmesser Gaspegel (mm)</b>	<b>35</b>			
<b>Durchfluss (l/min)</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Probenvolumen</b>	<b>je 2,0 l</b>			
<b>Anreicherung auf</b>	<b>Dräger Aktivkohle Typ G</b>			
<b>Bemerkungen</b>				

## **Anlage 12**

### **Fotodokumentation**



Foto 1: Blick über den Sportplatz nach Nordosten



Foto 2: Blick über den Sportplatz nach Norden



Foto 3: Südöstliche Böschung Blick nach Nordosten



Foto 4: Tribüne, Blick nach Nordwesten



Foto 5: Südostböschung, Blick nach Südosten



Foto 6: Südostböschung, Blick nach Osten

## **Anlage 13**

### **Nivellementmessblatt**

## **Anlage 14**

### **Einschätzung der Baugrundverhältnisse**

## **Anlage 15**

**Lageplan mit Grundwassermessstellen und Grundwasserfließrichtung**

## **Anlage 16**

**Auszug aus dem Altlastenkataster des Kreises Mettmann**

## **Anlage 17**

### **Probenahmeprotokoll Grundwasser**

**Probenahmeprotokoll der Grundwasserprobenahmen (Form durch den AG vorgegeben)**

<b>Probenbezeichnung</b>	<b>GMS 1</b>	<b>GMS 2</b>
<b>Entnahmeort</b>	<b>GMS 1</b>	<b>GMS 2</b>
<b>Entnahmedatum</b>	<b>01.03.2007</b>	<b>01.03.2007</b>
<b>Beginn Probenahme</b>	<b>9.00</b>	<b>10.25</b>
<b>Ende Probenahme</b>	<b>9.55</b>	<b>11.30</b>
<b>Schöpfen/Pumpe</b>	<b>Pumpprobe</b>	<b>Pumpprobe</b>
<b>Vorlaufzeit</b>	<b>54 min</b>	<b>63 min</b>
<b>Ausbautiefe (m u. GOK)</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Durchmesser (mm)</b>	<b>5 "</b>	<b>5"</b>
<b>Entnahmetiefe (m u. GOK)</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
<b>Entnahmemenge Probe</b>	<b>3 x 1,0 L</b>	<b>3 x 1,0 L</b>
<b>Grundwasserspiegel vor Entnahme (m u. POK)</b>	<b>4,30 m</b>	<b>4,80 m</b>
<b>Grundwasserspiegel nach Entnahme (m u. POK)</b>	<b>5,32 m</b>	<b>5,21 m</b>
<b>Färbung</b>	<b>keine</b>	<b>keine</b>
<b>Trübung</b>	<b>keine</b>	<b>keine</b>
<b>Geruch</b>	<b>keiner</b>	<b>keiner</b>
<b>pH-Wert</b>	<b>6,95</b>	<b>6,86</b>
<b>el. Leitfähigkeit (µS/cm)</b>	<b>940</b>	<b>810</b>
<b>Temperatur (°C)</b>	<b>11,5</b>	<b>12,2</b>
<b>Bemerkungen</b>		

## **Anlage 18**

**Probenahmebereiche für oberflächennahe Mischproben**

## **Anlage 19**

### **Probenahmeprotokoll für oberflächennahe Mischproben**