



GFP · Dr. Gärtner und Partner GbR · Bürgerstraße 15 · 47057 Duisburg

Dr. Gärtner und Partner GbR
Ingenieurbüro für Geotechnik
und Umweltplanung

Stadt Duisburg
Amt 31-3*
Am Burgacker 30-42

Geschäftsleitung:
Dipl.-Ing. Youssef Farghaly¹⁾
Dipl.-Geogr. Judith Flieger
Dr. Lutz Gärtner
Dr. Peter Gehlen
Dipl.-Ing. Olaf Trautner¹⁾

47049 Duisburg

Unser Zeichen	Ihr Zeichen	Projektnummer	Datum
pg/alt	31-3* V.W.0203/283-3589	0403.131	22.09.2004

**Projekt: Sportplatz Halener Straße
Altlastenbeurteilung
Baugrundbeurteilung/Gründungsberatung
Versickerungsuntersuchung**

1.0	Vorgang	2
2.0	Einleitung	2
3.0	Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen	4
4.0	Untersuchungsprogramm.....	6
5.0	Tätigkeitsbericht	8
6.0	Untersuchungsergebnisse	10
6.1	Felduntersuchungen.....	10
6.2	Chemische Untersuchungen.....	13
6.2.1	Beurteilungskriterien.....	13
6.2.2	Zusammenstellung von Mischproben	15
6.2.3	Untersuchungsergebnisse von Auffüllungsproben (Fraktion < 2mm).....	17
6.2.4	Untersuchungsergebnisse von Auffüllungsproben (Gesamtfraktion)	19
6.2.5	Untersuchungen zur Pflanzen- und Resorptionsverfügbarkeit.....	23
6.2.6	Untersuchungsergebnisse Bodenluft.....	24
6.2.7	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung	25
7.0	Angaben zur Gründung	26
7.1	Bodenkenngößen	26
7.2	Gründung	26
8.0	Versickerungsuntersuchung	29
9.0	Beurteilung	31
10.0	Überschlägige Massen- und Kostenschätzung für Teil- und Komplettaustausch der vorhandenen Auffüllungen.....	40

Bürgerstraße 15
47057 Duisburg

Tel. (02 03) 35 05 39
Fax (02 03) 35 05 41
E-mail: geotec@gfp-gbr.de
Internet: www.gfp-gbr.de

Sparkasse Duisburg
Bankleitzahl 350 500 00
Konto-Nummer 200 057 180

¹⁾ Staatlich anerkannter
Sachverständiger für Erd- und Grundbau

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
I Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

1.0 Vorgang

Die Stadt Duisburg beabsichtigt, im Rahmen eines Bebauungsplanes oder eines Erschließungsplanes den ca. 4 ha umfassenden Bereich der Sportplatzanlage mit angeschlossenen Bolz- und Spielplatz an der Halener Straße in Duisburg-Homberg in ein Wohngebiet (Einfamilienhäuser oder Reihenhäuser mit Hausgärten) umzuwandeln. Bei dem Areal handelt es sich um eine wiederverfüllte Abgrabung bzw. einen ehemaligen Ziegeleilandort. Aufgrund dessen ist es im Altlastenverdachtsflächenkataster der Stadt Duisburg unter der Bezeichnung AA0303 bzw. AS 2879 registriert.

Aufbauend auf einer Untersuchung aus dem Jahre 2000 [1] sollen im Rahmen der vorliegenden ergänzenden Untersuchung grundsätzlich 2 Varianten diskutiert werden. Einerseits soll eine Variante erörtert werden, die gesamten auf dem Grundstück vorhandenen Auffüllungen aufzunehmen, zu entsorgen und das ausgekofferte Aushubmaterial durch geeignetes Bodenmaterial zu ersetzen. Andererseits sollen Überlegungen angestellt werden, daß nur die Auffüllungsmaterialien, von denen nach Abschluß der Baumaßnahme Gefährdungen für Schutzgüter ausgehen können, ausgetauscht werden. Die übrigen Auffüllungsmaterialien verbleiben ggf. unter Einschaltung von Sicherungsmaßnahmen (z.B. Einrichten einer Grabesperre in Gärten) vor Ort.

Die Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung bzw. zur abfallrechtlichen Beurteilung der Auffüllungen werden ergänzt durch eine orientierende Baugrunduntersuchung/ Gründungsberatung, in der die grundsätzliche bodenmechanische Eignung des Grundstücks als Standort für eine Wohnbebauung betrachtet wird. Schließlich wird im Rahmen einer Versickerungsuntersuchung geprüft, inwiefern die vorhandenen Bodenschichten zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser geeignet sind.

Das Ingenieurbüro für Geotechnik GFP wurde auf der Basis eines Angebotes vom 04.05.04 mit Schreiben des Amtes 31-3* vom 05.05.04 (eingegangen am 12.05.04) damit beauftragt, die entsprechenden Untersuchungen durchzuführen und einen schriftlichen Bericht zu erstellen.

2.0 Einleitung

Das ca. 4,4 ha große Untersuchungsgebiet liegt in Duisburg-Homberg südlich der Zechenbahn zwischen der Halener Straße und der Straße „Schwarzer Weg“ nördlich der Grundstücke

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektur.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Friedhofsallee 114 bis Halener Straße 5 (s. Übersichtslageplan in der **Anlage 1**). Augenblicklich wird der überwiegende Bereich als Sportanlage (Fußball-Rasenplatz mit Laufbahnen aus Sportplatzasche, stillgelegter Tennisplatz) sowie als Bolz- und Spielplatz genutzt (s. **Anlage 2**).

In den randlichen Bereichen treten weitere Grünflächen auf, die z.T. als öffentliche Wege genutzt werden. Hierzu gehört z.B. die westliche Begrenzung des Untersuchungsgebietes in Form eines ehemaligen Bahndamms, der als Rad- und Gehweg ausgebaut und von Sträuchern und Bäumen umgeben ist. Aufgrund zahlreicher unterirdischer Versorgungsleitungen wurden in diesem Bereich keine tiefgreifenden Untersuchungen durchgeführt. Die südliche Begrenzung des Untersuchungsgebietes bildet ebenfalls ein öffentlicher Rad- und Gehweg, der von Bäumen und Sträuchern gesäumt wird. An der Halener Straße befindet sich ein öffentlicher Parkplatz bzw. westlich davon ein Umkleidehaus für die Sportanlage.

Nachfolgende Angaben zur Nutzungshistorie entstammen dem vorangegangenen Bericht zur Gefährdungsabschätzung [1]:

In der Zeit von 1893 bis 1962 befand sich im Bereich des Untersuchungsgebietes das Betriebsgelände der ehemaligen Zeche Rheinpreussen AG. Die baulichen Anlagen der Ziegelei (Ringofen, Trockenschuppen, Kessel- und Maschinenhaus, Wohn- und Sozialgebäude sowie Gleisanlagen) erstreckten sich südost-nordwest-verlaufend im mittleren bzw. nördlichen Teil des Geländes. Im Jahr 1962 wurde die Ziegelei wegen Erschöpfung der Rohstoffquelle stillgelegt. Der Abbruch der oberirdischen Anlagen erfolgte 1963.

Abbaugruben, die bereits ab ca. 1892 angelegt wurden, grenzten vor allem südlich an die Betriebsanlagen an. Während die südlichen Abgrabungsbereiche bereits seit den 1920er Jahren bzw. spätestens ab den 1950er Jahren aufgeschüttet wurden, entstanden die nördlich gelegenen Abgrabungen erst in den 1960er Jahren und wurden vermutlich im Zuge der Errichtung des Sportplatzes 1976 aufgefüllt.

Im Untersuchungsgebiet liegen abgesehen von anthropogenen Anschüttungen in natürlicher Lagerung maximal 3 m mächtige Hochflutlehme und Hochflutsande des Rheins vor. Darunter folgen Terrassenablagerungen der Niederterrasse (Weichsel-Kaltzeit) und der unteren Mittelterrasse (Saale-Kaltzeit).

Die Mächtigkeit der quartären Deckschichten beträgt ca. 20 m. Jene bilden das erste Grundwasserstockwerk in Form eines ergiebigen Porengrundwasserleiters mit sehr guter bis guter Porendurchlässigkeit. Der quartäre Grundwasserspiegel liegt bei etwa 20 bis

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektur.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

21 m NN. Bei Geländeoberkanten von knapp 28 bis 29 m NN folgt daraus ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 8 m. Die Basis des quartären Grundwasserleiters bilden die schluffigen Feinsande der Grafenberger Schichten (Tertiär) mit mäßiger Durchlässigkeit. Hauptvorfluter ist der ca. 1,5 km entfernt gelegene Rhein im Norden und Osten.

Gemäß den vorliegenden Informationen ist es vorgesehen, im Bereich des Planungsgebietes Wohnbebauung zu errichten. Eine mögliche Variante hierzu mit 55 Wohneinheiten wurde vom „atelier stadt & haus“ entwickelt. Diese Variante ist im Lageplan der **Anlage 3** dargestellt. Auf sie wird bei den weiteren Überlegungen nachfolgend zurückgegriffen.

Verwendete Unterlagen:

- [1]: Gutachten zur Gefährdungsabschätzung für das ehemalige Ziegeleigelände Schwarzer Weg/ Friedhofsallee in Duisburg- Homberg; Bericht BSR GmbH im Auftrag der Stadt Duisburg, Dezember 2000, zur Verfügung gestellt vom Amt für kommunalen Umweltschutz per e-mail
- [2]: atelier stadt & haus: Lageplan mit geplanter Bebauung, übermittelt per Datenträger
- [3]: zur Verfügung gestellte Unterlagen des Amtes 31-3* zur Angebotsanfrage vom 15.03.2004
- [4]: Lageplan des Untersuchungsgebietes, übermittelt per e-mail seitens des Amtes für kommunalen Umweltschutz
- [5]: Landesumweltamt NRW: Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung Boden-Grundwasser, Essen 2002
- [6]: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden, 1998
- [7]: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Ingenieurgeologische Karte im Maßstab 1:25.000, Blatt 4506 Duisburg, Krefeld 1988
- [8]: Landesumweltamt NRW: Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung für die Wirkungspfade Boden- Mensch und Boden- Nutzpflanze; Düsseldorf/ Essen 2000

3.0 Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen

Im Rahmen von [1] wurden im Zeitraum Mai/Juni 2000 im Bereich der Untersuchungsfläche insgesamt 21 Rammkernsondierungen abgeteuft und 11 Sondierlöcher zu temporären Bodenluft-Meßstellen ausgebaut. Die Bohransatzstellen sind im Lageplan der **Anlage 4** gekennzeichnet. Die Untersuchung ergab, daß im gesamten Areal Auffüllungen in einer Mächtigkeit von 0,6 m bis 3,9 m auftreten. Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

einem Sand-Schluff-Gemenge mit meist kieskorngroßen Bestandteilen wie Ziegelbruch, Schlacke, Asche und Koks- bzw. Kohlestücken. Untergeordnet treten Waschberge, Glas, Bauschutt, Keramik, Gleisschotter und Hausmüllreste auf. Häufig bestehen die obersten ca. 30 cm aus einem angeschütteten Mutterboden mit wenig Fremdbestandteilen wie Ziegelbruch, Schlackepartikel o.ä.

Auszug aus [1] Park- und Freizeitanlage mit Parkplatz an der Halener Str., Eigentümer: Stadt Duisburg
Die Auffüllungsmächtigkeiten schwanken zwischen 0,6 m (RKS 21) am Parkplatz Halener Straße und 3,9 m (RKS 2) am Tennisplatz im Nordwesten des Untersuchungsgebietes. Im Bereich westlich der ehem. Ziegeleigebäude (RKS 1 – 8 und 33 Gleisanlagen und Abgrabungen) besteht die Auffüllung überwiegend aus einem Sand-Schluff-Gemisch mit Schlacke, Ziegelresten und Koksstücken sowie Waschbergematerial. Untergeordnet treten Asche, Glasreste und Keramikscherben auf. Die Auffüllung des eigentlichen Ziegeleigeländes (RKS 9 – 17, 20, 21 und 34) besteht im wesentlichen aus einem Sand-Schluff-Gemisch mit Ziegel- und Bauschuttresten sowie Schlacke- und Koksstücken. Im Bereich des Bolzplatzes (RKS 13 und 14) bestehen die obersten 20 – 30 cm aus roter Sportplatzasche, bei RKS 16 (ehem. Ringofen) ist der Tiefenabschnitt 2,8 – 3,8 m durch reinen Ziegelbruch gekennzeichnet.
Auf der Sportplatzfläche (RKS 11) wurden in einer Tiefe von 0,35 – 0,8 m Hausmüllreste vorgefunden. An zwei Stellen konnte ein deutlicher kokereispezifischer Geruch im Tiefenabschnitt 2,3 m - 3,0 m (RKS 2) bzw. 0,65 m – 2,0 m (RKS 6) festgestellt werden. Darüber hinaus waren keine Auffälligkeiten zu verzeichnen.

Es wurden nur einige Proben chemisch untersucht. Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse wieder gegeben.

Blei: Die Probe RKS 34/1 (0,15 – 0,45 m) aus dem Bereich des Sportplatzes wies mit 1100 mg/kg einen erhöhten Bleigehalt auf.

In Teilbereichen traten erhöhte Gehalte an PAK n. EPA auf. So wurde im Bereich des Tennisplatzes bei RKS 2/5 (2,3 – 3,0 m) ein PAK-Gehalt n. EPA von 13.903 mg/kg ermittelt. In der darunter liegenden Tiefe von 3,0 – 3,9 m trat ein deutlich geringerer Gehalt von 38 mg/kg PAK n. EPA auf. Es wurde vermutet, daß es sich bei der organoleptisch auffälligen Probe RKS 2/5 um kokereispezifische Rückstände handelte, die lokal sehr begrenzt sind, zumal das überlagernde Sediment sowie die umliegenden Sondierungen RKS 1, 3 und 4 keinerlei sensorische Auffälligkeiten zeigten und darüber hinaus der Schadstoffgehalt mit zunehmender Tiefe sehr stark zurückging. Eine Eingrenzung des Schadensbereiches wurde nicht vorgenommen.

Im Bereich des Sportplatzes trat bei RKS 6/4 (1,3 bis 2,0 m) ein erhöhter PAK-Gehalt von 14,85 mg/kg n. EPA auf. In der nächstfolgenden Tiefe von 2,0-2,7 m wurden lediglich noch 1,15 mg/kg PAK n. EPA ermittelt.

In der Bodenluft wurden keine relevanten Konzentrationen an LCKW und BTEX-Aromaten ermittelt. Bei RKS 17 trat mit 3 % eine leicht erhöhte Konzentration an Methan auf. Z.T.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

wurden erhöhte Kohlendioxid-Konzentrationen in der Bodenluft ermittelt, was auf Mikrowelle Abbauprozesse zurückgeführt wurde.

Am Standort existieren 4 Grundwassermeßstellen B 1 bis B 4, welche im Rahmen zweier Messkampagnen im Juni sowie im September 2000 beprobt und chemisch analysiert wurden. Gravierende Beeinträchtigungen des Grundwassers wurden hierbei nicht festgestellt. Eine einmalig festgestellte PAK-Konzentration von 1,2 µg/l wurde auf eine nicht identifizierte oberstromige Quelle zurückgeführt. Die Untersuchungen ergaben ferner leicht erhöhte LHKW-Konzentrationen in allen Messstellen zwischen 1,4 bis 4,7 µg/l.

4.0 Untersuchungsprogramm

Wie eingangs ausgeführt, soll im Rahmen der vorliegenden Untersuchung geprüft werden, inwiefern eine Umwandlung der vorhandenen Nutzung in eine Wohnnutzung wirtschaftlich und umweltverträglich realisiert werden kann. Voraussetzung für die Vermarktung der Fläche ist gemäß [3], dass

1. die Fläche aus dem Altlastenverdachtsflächenkataster entlassen wird; dies ist nur dann möglich, wenn der Nachweis geführt wird, dass spätestens mit Fertigstellung der Baumaßnahme alle erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung bzw. Sanierung abgeschlossen sind und demnach eine Schutzgutgefährdung nicht vorliegt.
2. eine Gründung der Wohnbebauung unter wirtschaftlichen Verhältnissen ermöglicht wird.
3. der Bodenaustausch mit Verwertung bzw. Entsorgung und die Bodenumlagerung sich in vertretbarem wirtschaftlichem Rahmen bewegt.

Zur Klärung der offenen Fragen wurde folgendes Untersuchungsprogramm aufgestellt:

1. Ergänzende Untergrunduntersuchungen:

Hierzu sind insgesamt 40 Kleinrammbohrungen in Anlehnung an DIN 4021, Tab. 3, mit Entnahmerohren zur Beurteilung des Bodenaufbaus vorgesehen. Davon sollen 5 Bohrungen erst später im Bereich östlich der Halener Straße abgeteuft werden, um die Untergrundverhältnisse für den Bereich des möglichen künftigen neuen Standortes des Bolzplatzes feststellen zu können. Neben der Beurteilung der Auffüllungsmächtigkeiten und -zusammensetzungen sind Untersuchungen der Fraktion

< 2 mm (Vorgabe nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV) zur Beurteilung des Schadstoffpotentials der Fläche geplant.

Die tieferen Bohrungen ermöglichen auch eine grundsätzliche Einschätzung der Baugrundverhältnisse. In Ergänzung hierzu sind zusätzliche Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN 4094 zur Ermittlung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz bis zu einer Tiefe von jeweils 5 m unter Geländeoberkante vorgesehen.

2. Untersuchung der Oberböden im Hinblick auf einen möglichen Wiedereinsatz des Materials vor Ort:

In diesem Zusammenhang ist es vorgesehen, insgesamt 10 Oberflächenmischproben in Anlehnung an die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) aus ca. 15 bis 25 Einstichen je Fläche durchzuführen. Die Beprobungstiefe sollte ursprünglich von der Geländeoberkante bis zur Basis des vorhandenen Mutterbodens reichen. In einer Besprechung beim Amt 31-3* wurde jedoch der Wunsch geäußert, die Pürckhauer-Bohrungen bis zur Tiefe von 0,6 m abzuteufen, um mittels Oberflächenmischproben ein repräsentativeres Bild über die Beschaffenheit der oberflächennahen Schichten zu erhalten als mit Hilfe der Kleinrammbohrungen, welche nur einen lückenhafteren Aufschluß ermöglichen. Die gewonnenen Oberflächenmischproben werden vorrangig auf Metalle und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht, da diese Stoffe häufig in innerstädtischen Auffüllungen in kritischen Konzentrationen vorliegen. Gemäß den Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) ist die Untersuchung der Fraktion < 2 mm vorgesehen.

3. Prüfung der Wiederverwertbarkeit bzw. der Entsorgung der abzutragenden Materialien der Sportanlagen und Wege. Die Untersuchung der Materialien erfolgt an Gesamtproben ohne vorherige Siebung im Hinblick auf Metalle und PAK, darüber hinaus auch in Anlehnung an die LAGA-Richtlinie 20 (je nach Substrat LAGA-Bauschutt bzw. LAGA-Boden). Sofern Überschreitungen der Z2-Werte auftreten, sind Depo-nieklassenbestimmungen geplant.
4. Wiederverwertung aller ausgebauten Böden: Zur Überprüfung der Wiederverwendung aller ausgebauten Böden werden die Untersuchungsergebnisse aus den Proben der Kleinrammbohrungen und der Oberflächenmischproben herangezogen.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

5. Entsorgungsmodalitäten (Verwertung/Beseitigung) für die auszubauenden und zu entsorgenden Böden und Materialien.
6. Beprobung des Grundwassers an vier bestehenden Messstellen: Hierzu gehören die Probenahme, das Bestimmen der vor-Ort-Parameter sowie die chemische Untersuchung des Wassers auf KW, Metalle, LHKW, BTEX-Aromaten und Cyanide.
7. Erarbeitung von Empfehlungen für Gründungsmöglichkeiten ggf. auch mit eventuellen Bodenverbesserungsmöglichkeiten. Hierbei soll grundsätzlich der Frage nachgegangen werden, ob die vorhandenen Böden/Auffüllungen tragfähig sind bzw. welche Maßnahmen ggf. erforderlich sind, eine ausreichende Tragfähigkeit herzustellen.
8. Ergänzende Untersuchungen in Bezug auf eine örtliche Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers. Hierzu sind 3 in-situ Versickerungsversuche in versickerungsfähigen Schichten in Anlehnung an das Verfahren von Kollbrunner/Maag zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes k vorgesehen. Darüber hinaus soll eine Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Nassabsiebung an ausgewählten Bodenproben erfolgen. Schließlich soll der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert anhand der Korngrößenverteilung nach einschlägigen Literaturstellen für nicht bindige und gemischtkörnige Böden bestimmt werden.

Schließlich soll abschließend eine überschlägige Kostenschätzung für 2 mögliche Varianten im Rahmen der Baureifmachung aufgestellt werden:

- Komplettaustausch aller vorhandenen Auffüllungen und Wiederauffüllung des Geländes mit unbelastetem Füllboden bzw.
- Austausch der Auffüllungsmaterialien, von denen nach Abschluß der Baumaßnahme Gefährdungen für Schutzgüter ausgehen können; Verbleib der übrigen Auffüllungsmaterialien ggf. unter Einschaltung von Sicherungsmaßnahmen

5.0 Tätigkeitsbericht

Nach Auswertung der vorhandenen Unterlagen fand am 23.04.2004 im Amt 31-3* eine Besprechung mit Vertretern der Ämter 31-3* und 31-6 statt, in dem die beabsichtigte Vorgehensweise besprochen wurde. Darauf hin fand am 19.05.2004 eine Ortsbegehung statt. In diesem Zusammenhang wurden die Flächen für die Oberflächenmischproben festgelegt. Im

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Anschluß daran wurden die Kabel- und Leitungspläne von 11 Ver- und Entsorgungsunternehmen angefordert. Diese lagen am 16.06.2004 vollständig vor.

Im Zeitraum vom 17.06.04 bis 24.06.04 wurden im Bereich der Untersuchungsfläche durch GFP insgesamt 31 Kleinrammbohrungen (KRB 101- 131, diese Zählweise wurde gewählt, damit es keine Verwechslung mit den Rammkernsondierungen RKS 1 bis 32 der Voruntersuchung [1] gab) mit Entnahmerohren in Anlehnung an DIN 4021 durchgeführt. Die Lage der Bohransatzpunkte ist im Lageplan der **Anlage 4** gekennzeichnet. Hier wurden ebenfalls die Bohransatzpunkte der vorangegangenen Untersuchung [1] mit aufgeführt. Die Zusammensetzung der angetroffenen Bodenschichten im Rahmen der aktuellen Untersuchung ist in den Bohrprofilen der **Anlage 7** aufgeführt.

Die Beprobung der KRB erfolgte je Schichtenwechsel bzw. je laufenden Meter. Auf Wunsch des Amtes 31-6 wurde jeweils die Schicht 0,6-1,0 m auch ohne erkennbaren Schichtwechsel beprobt, um Informationen darüber zu bekommen, inwiefern im Falle einer späteren gärtnerischen Nutzung auch unterhalb der Hauptdurchwurzelungstiefe von 60 cm möglicherweise belastete Schichten auftreten, die im Falle von Tiefergrabungen z.B. beim Anlegen eines Gartenteiches mit an die Oberfläche gefördert werden könnten.

Im Zusammenhang mit den Bohrarbeiten wurden 197 gestörte Proben (GP) entnommen und in luftdicht verschließbare 500 ml Gefäße verpackt. Die Bohransatzpunkte wurden höhenmäßig auf die vorhandenen Grundwassermessstellen B 1 und B 3, deren Höhen aus [1] entnommen wurden, bezogen.

Neben den Bohransatzpunkten der KRB 104, 113, 116, 120, 125 und 128 wurden Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM= Dynamic Probing Medium) bis in Tiefen von jeweils 5,0 m unter Geländeoberkante zur Feststellung der Lagerungsdichte durchgeführt.

Alle Bohrlöcher im Bereich der Untersuchungsfläche wurden vorübergehend zu provisorischen Bodenluftmeßstellen ausgebaut. Sie wurden jeweils in der Tiefe von 2 bis 3 m unter Geländeoberkante verfiltert. Im Anschluß an die Fertigstellung erfolgte bei allen Bodenluftmessstellen eine vor-Ort Messung auf die Hauptkomponenten Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff. Bei 5 Bodenluftmeßstellen (BL 104, 105, 109, 112 und 127, dies sind die Bezeichnungen der ausgebauten Bohrlöcher der KRB 104, 105, 109, 112 und 127) erfolgte zusätzlich eine Anreicherung der Bodenluft auf Aktivkohle (s. Probenahmeprotokolle in **Anlage 15**). Im Anschluß an die Bodenluftbeprobung wurden die einzelnen provisorischen Bodenluftmessstellen wieder zurückgebaut.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

In den Bohrlöchern der KRB 107, 123 und 125 wurden Versickerungsversuche in Anlehnung an Kollbrunner/Maag durchgeführt.

Am 06.07.2004 wurden im Bereich der Untersuchungsfläche 10 Oberflächenmischproben mit einem Pürckhauer-Bohrstock genommen (s. **Anlage 14**). Ursprünglich sollte die Beprobung hierbei von der Geländeoberkante bis zur Unterkante des Mutterbodens (bzw. in künftigen Grünflächen bis zu 10 cm) sowie in einer zweiten Schicht von der Unterkante des Mutterbodens (bzw. in künftigen Grünflächen von 10 cm) bis zu einer Tiefe von 60 cm erfolgen. Im Rahmen der Feldarbeiten stellte sich jedoch in Teilbereichen heraus, dass mehrere möglicherweise voneinander trennbare Schichten auftraten, so dass im Bedarfsfall eine weitere Tiefendifferenzierung erfolgte.

Am 08.07.2004 wurden durch GFP die 4 Grundwassermeßstellen B1 bis B 4 beprobt. (s. Probenahmeprotokolle in **Anlage 16**)

Die chemische Untersuchung von Proben aus der Auffüllung bzw. der Bodenluft und des Grundwassers erfolgte beim Analytischen Labor Aachen (ALA). Die entsprechenden Untersuchungsberichte sind in der **Anlage 12** aufgeführt.

6.0 Untersuchungsergebnisse

6.1 Felduntersuchungen

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in Form von Bohrprofilen in der **Anlage 7** dargestellt.

Im Lageplan der **Anlage 6** ist die Mächtigkeit der Auffüllungen auf der Basis von [1] und der aktuellen Untersuchung aufgeführt. Die gering mächtigsten Auffüllungen mit etwa 0,6 bis 0,7 m treten im östlichen Grundstücksteil an der Halener Straße auf. Im Bereich des Spielplatzes und des Bolzplatzes sowie der nördlich angrenzenden Brachfläche treten Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 1,4 – 1,9 m auf (Ausnahme RKS 17 im Bereich des Spielplatzes mit 0,9 m). Südlich des Bolz- und Spielplatzes betragen die Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 2,1 und 3,8 m. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die direkt benachbart abgeteufte KRB 131 und RKS 16 mit 2,2 und 3,8 m Auffüllungsmächtigkeit kleinräumig sehr stark variieren.

Im östlichen Teil des Sportplatzes betragen die Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 1,7 und 1,9 m. Nach Westen hin nehmen sie verbreitet zu (zwischen 2,0 und 3,0 m). Schließlich

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

sind die Auffüllungsmächtigkeiten im Bereich des Tennisplatzes generell mit 3,0 bis 3,9 m am größten. Nach Norden hin zum nordwestlichen Zipfel des Untersuchungsgeländes nehmen sie auf 2,2 bis 2,5 m ab.

Die Auffüllungen bestehen in Übereinstimmung mit den Befunden aus [1] aus sandig, schluffigen, z.T. kiesigen Ablagerungen mit Fremd Beimengungen wie Ziegeln, Schlacke, Kohle, Bauschutt und Bergematerial.

Einen relativ guten Überblick über die oberflächennahen Schichten liefern die Erkenntnisse aus den Oberflächenmischproben (0-60 cm), welche nachfolgend näher beschrieben werden. Generell ist hierbei zu beachten, dass die angegebenen Schichtgrenzen, u.a. auch Mächtigkeiten der Mutterbodenschichten z.T. kleinräumig in der Tiefe stark variieren, d.h. über weite Flächenteile vielfach keine klaren Grenzen gezogen werden können. Ab einer Tiefe von ca. 30 bis 40 cm dominiert in vielen Bereichen ein Material mit höheren Anteilen an Fremdbestandteilen wie Schlacke und Bauschutt, so dass hier häufig während der Feldarbeiten Kernverluste auftraten.

OMP 1 (Spielplatz): An der Oberfläche bis zu etwa 20 cm tritt Perlkiess auf, wobei dieses Material im südlichen Teil dieser Fläche bis zu 60 cm Tiefe reicht. Ansonsten existieren unter der Perlkiesschicht bis zur Tiefe von 60 cm sehr heterogen zusammengesetzte Auffüllungen aus Sand (z.T. Schluff) mit Bauschutt und Schlacke.

OMP 2 (Bolzplatz) An der Oberfläche bis zu etwa 5 cm unter Geländeoberkante treten rote Sportplatzaschen auf, gefolgt von weiteren 10 cm aus grauem Schottertragschichtmaterial. Bis zur Tiefe von 60 cm folgt eine sandig-kiesige Auffüllung. Im nördlichen Teil des Grundstücks nimmt die Mächtigkeit des Sandes ab und es tritt ab ca. 30 cm vermehrt ein sandiger Schluff mit Bauschutt und Schlacken auf.

OMP 3 (südlich des Spielplatzes sowie westlich und südlich des Bolzplatzes): In den obersten 10 cm liegt ein humoser stark schluffiger Sand (Mutterboden) vor. Darunter folgt bis zu einer Tiefe von 30 cm ebenfalls ein stark schluffiger Sand, der jedoch schwach kiesig ausgeprägt ist und untergeordnet Ziegel enthält. Ab ca. 30 cm liegen Sand mit Schlacke, Glas und Kohle vor.

OMP 4 (öffentliche Grünfläche entlang der südlichen Untersuchungsgrenze): Bis zu etwa 10 cm tritt humoser schluffiger Sand (Mutterboden) auf. Bis zu etwa 30 cm folgt das gleiche Substrat, allerdings weniger humos ausgeprägt. Ab ca. 30 bis 40 cm tritt ein feinsandiger Schluff mit Ziegeln und Schlacke auf.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

OMP 5 (Brachfläche nördlich des Bolzplatzes): Generell zu beachten ist die Tatsache, dass die Geländeoberfläche kleinräumig relativ große Höhenunterschiede bis zu knapp einem Meter aufweist. In den obersten 15 cm tritt verbreitet Mutterboden in Form eines humosen, schluffigen Sandes auf. Darunter folgt bis zur Tiefe von 60 cm ein Gemisch aus schluffigem Sand mit Ziegeln, Kohle und Schlacke.

OMP 6 (Fläche im Umfeld des Tennisplatzes): In den obersten 10 cm tritt ein feinsandiger , humoser Schluff (Mutterboden) auf. Bis zu 30 cm folgt ebenfalls feinsandiger Schluff, allerdings nicht humos ausgeprägt. Bis zur Tiefe von 60 cm folgt ein Sand mit Schlacke und Glas.

OMP 7 (westlicher Teil des Sportplatzes): Es tritt verbreitet ein ca. 15 cm mächtiger Mutterboden aus einem humosen, schluffigen Sand auf. Bis zur Tiefe von 35 cm (z.T. 40 cm und mehr) folgt ein kiesiger Sand, darunter ein schwarzgefärbter Horizont aus Sand, z.T. schluffig mit Schlacke und Ziegeln. Westlich der Torlinie liegt bis zu ca. 30 cm unter Geländeoberkante roter Sportplatzbelag mit einer Schottertragschicht vor. Darunter folgt bis zu etwa 40 cm Tiefe kiesiger Sand. Ab 40 cm tritt schluffiger Sand mit Schlacke auf.

OMP 8 (östlicher Teil des Sportplatzes): Auch hier tritt ein ca. 15 cm mächtiger Mutterboden aus humosem, schluffigem Sand auf. Darunter folgt bis zu einer Tiefe von durchschnittlich 30 cm ein kiesiger Sand. Im nordöstlichen Teil der Fläche ist die Mächtigkeit dieser Schicht geringer. Bis zu Bohrendteufe von 60 cm folgt Sand, z.T. sandiger Schluff mit Schlacke. Östlich der Torlinie befindet sich bereichsweise an der Geländeoberfläche ca. 10 cm Mutterboden. Ansonsten liegt an der Oberfläche direkt Sportplatzasche mit Schotter (bis zu 10 cm unter Gelände) vor. Darunter folgen ca. 10 cm kiesiger Sand und ab ca. 20- 30 cm unter Geländeoberkante kiesiger Sand mit Schlacke.

OMP 9 (Streifen südlich des Sportplatzes): An der Oberfläche bis zu etwa 10 cm unter Gelände liegt ein humoser, schluffiger Sand (Mutterboden) vor. Bis zur Tiefe von ca. 30 cm folgt ein schwach humoser schluffiger Sand. Ab 30 cm tritt ein feinsandiger Schluff mit Schlacke, Kohle und Ziegel auf.

OMP 10 (nordwestlicher Zipfel des Untersuchungsgeländes): An der Oberfläche bis zu 15 cm tritt humoser, schluffiger Sand (Mutterboden) auf. Bis zu Tiefe von 60 cm folgt ein feinsandiger Schluff mit geringen Anteilen an Ziegeln und Schlacke.

Unterhalb der beschriebenen Schichten bis zu 60 cm liegen im Untersuchungsgebiet sandige bis schluffige Auffüllungen mit Fremd Beimengungen wie Schlacke, Kohle, Ziegel, Bauschutt, Glas, Asche und Bergematerial vor. In einigen Fällen dominieren innerhalb der ge-

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

samten Auffüllungen bereichsweise schwarzgefärbte Materialien wie Schlacke, Kohle und Bergematerial (z.B. 101, 102, 109). Zum Teil reichen diese Auffüllungen etwa nur bis zu 1 m unter Geländeoberkante. In wenigen Profilen dominieren Ziegellagen.

Unterhalb der Auffüllungen treten gewachsene Böden aus meistens sandigen Substraten auf. Es handelt sich hier verbreitet um Fein –bis Mittelsande, z.T. mit Schluffbändern bzw. Schlufflinsen. Zwischen Auffüllungen und sandigen Substraten existieren bereichsweise noch Reste des schluffigen Hochflutlehms.

Grundwasser wurde im Rahmen der Feldarbeiten bis zu Bohrtiefen von maximal 5 m nicht angetroffen.

6.2 Chemische Untersuchungen

6.2.1 Beurteilungskriterien

Am 1. März 1999 ist das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) in Kraft getreten. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999 werden die Anforderungen des Gesetzes an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen sowie von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten konkretisiert. Gemäß §3 Abs. 3 der BBodSchV ist als erster Untersuchungsschritt eine orientierende Untersuchung durchzuführen. Alle Vorinformationen und Erkenntnisse der orientierenden Untersuchung sind unter Beachtung der Gegebenheiten des Einzelfalls zu bewerten. Ziel der orientierenden Untersuchung ist es, einen Altlastenverdacht hinreichend zu bestätigen oder auszuschließen. Die orientierende Untersuchung muß das potentielle Schadstoffspektrum in seinen möglichen Auswirkungen auf die betroffenen Medien feststellen. Das Ergebnis führt zu einer Gefährdungsabschätzung.

Im vorliegenden Fall wurde bereits eine Erstbewertung im Rahmen von [1] durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurden nur wenige Feststoffuntersuchungen durchgeführt, da bedingt durch die aktuelle Geländenutzung und Oberflächenbeschaffenheit eine unmittelbare Gefährdung auf dem Wege des Direktkontaktes bzw. oral- inhalativer Schadstoffaufnahme nicht zu erwarten ist. Die Betrachtung des Gefährdungspotentials der Altablagerung für das Grundwasser erfolgte über Bodenluft- und Grundwasseruntersuchungen.

Nachfolgend wird kurz skizziert, welche Untersuchungsansätze zur Beurteilung der verschiedenen Fragestellungen berücksichtigt wurden, wobei jeweils angegeben wird, welche Beurteilungskriterien im Einzelfall angewendet werden.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
ProjektNr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Untersuchung des Pfades Boden/Grundwasser

Vor dem Hintergrund, dass die Auffüllungen möglicherweise vor Ort verbleiben und der überwiegende Teil der Fläche in eine Wohnnutzung umgewandelt wird, werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung in Ergänzung zu [1] Proben aus der Auffüllung der Altablagerung im Hinblick auf typische Parameter in der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm) untersucht, um das Schadstoffpotential zu charakterisieren. Die ermittelten Ergebnisse werden andeutungsweise mit Erfahrungswerten aus der Praxis eingestuft, ohne daß hierfür spezielle Prüfwerte vorliegen.

Um bei einer altlastverdächtigen Altablagerung zu ermitteln, ob von ihr gegenwärtig Stoffeinträge in das Grundwasser ausgehen, sind Grundwasseruntersuchungen die geeignetste Verfahrensweise, sofern repräsentative Untersuchungen des Grundwasseran- und abstroms je nach den Untergrundverhältnissen möglich sind. Die im vorliegenden Fall ermittelten Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen werden nachfolgend mit den Prüfwerten gemäß LAWA [6] verglichen.

Untersuchung der Pfade Boden/Mensch bzw. Boden/Nutzpflanze/Mensch

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung soll auch vorzugsweise untersucht werden, inwiefern durch die Umwandlung der Fläche in eine Wohnnutzung Risiken für die Menschen im Hinblick auf die Pfade Boden/Mensch bzw. Boden/Nutzpflanze/Mensch existieren. Die BBodSchV sieht für verschiedene Nutzungsformen wie z.B. Kinderspielflächen, Wohngebiete und Nutzpflanzenanbau unterschiedliche Prüfwerte vor. Im vorliegenden Fall wird die Nutzungsform Wohngebiet, darüber hinaus die potentielle Nutzung als „Wohngarten“, bei der sich sowohl spielende Kleinkinder aufhalten können als auch Nutzpflanzenanbau betrieben werden kann, berücksichtigt.

Der Parameter Cadmium nimmt hierbei eine besondere Stellung ein. Anhang 2 der BBodSchV enthält einen Prüfwert, der eine pfadübergreifende oder pfadintegrierende Bewertung des Direkt- und des Pflanzenpfades für die Bodennutzung „Wohngarten“ ermöglichen soll.

Werden die Prüfwerte der BBodSchV unterschritten, gilt der Anfangsverdacht als ausgeräumt und die Untersuchungen sind abgeschlossen. Bei Überschreiten von einem oder mehreren Prüfwerten sind in der Regel Detailuntersuchungen erforderlich, um das Ausmaß und die räumliche Verteilung der Schadstoffe sowie nach Möglichkeiten die tatsächlichen Einwirkungen zu erfassen. Für einige Parameter sieht die BBodSchV über die Prüfwerte hinaus auch sog. Maßnahmenswellenwerte vor.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektur.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Im vorliegenden Bericht werden die Prüfwerte der BBodSchV nicht zur Beurteilung der aktuellen Situation (Park- und Freizeitanlagen) herangezogen, sondern sollen Beurteilungshilfen für den Fall geben, dass Auffüllungsmaterialien bzw. Böden im Zuge der geplanten Umnutzung in ein Wohngebiet aufgenommen und theoretisch später im Bereich von Hausgärten wieder eingebaut werden könnten.

Da Teile der augenblicklichen Schichten zwischen 30 und 60 cm sowie zwischen 60 und 100 cm später im Falle von Grabeaktivitäten an die Oberfläche gelangen könnten (Direktkontakt) bzw. auch Teile der Hauptdurchwurzelungszone von 0-60 cm darstellen können (Pfad Boden/Nutzpflanze/Mensch), werden die Prüfwerte auch hier zur orientierenden Einstufung herangezogen.

Untersuchung der Wiederverwertungsmöglichkeiten der aufgefüllten Materialien

Für den Fall, dass Teile der Auffüllungen bzw. die gesamten Auffüllungen vom Grundstück aufgenommen und entfernt werden sollen, werden die Proben ohne vorherige Siebung auf <2 mm als Ganzes untersucht und die Ergebnisse den Zuordnungswerten der LAGA-Richtlinie 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen /Abfällen“ gegenübergestellt. Hierbei werden Böden/Auffüllungen mit einem Anteil an mineralischen Fremd Beimengungen < 10 % auf die Parameter der LAGA-Böden und die Böden/Auffüllungen mit einem Anteil an mineralischen Fremd beimengungen > 10 % entsprechend der LAGA-Bauschutt untersucht.

Bei der LAGA- Richtlinie wird der Boden (bzw. Bauschutt/Gemische) in Abhängigkeit von den Schadstoffgehalten festgelegten Einbauklassen zugeordnet. Die **Zuordnungswerte Z0 bis Z2** stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung von Boden (Bauschutt/Gemische) im Erd-, Straßen-, Landschafts-, und Deponiebau sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen dar. Die Gehalte bis zu den **Z0- Werten** kennzeichnen naturnahe Verhältnisse ohne wesentliche anthropogene Beeinflussung. Die **Z1- Werte** stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Grundsätzlich gelten die **Z1.1- Werte**. In hydrogeologisch günstigen Gebieten (Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt) gelten **Z1.2- Werte**. Schließlich stellen die **Z2- Werte** die Obergrenze für den Einbau von Boden (Bauschutt/Gemische) mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Bei Überschreitung dieser Z2- Werte ist eine Deponierung des Materials vorgesehen.

6.2.2 Zusammenstellung von Mischproben

Aufgrund der Ähnlichkeit verschiedener aufgefüllter Materialien wurden nachfolgend aufgeführte Proben zu Mischproben zusammengefügt.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Tabelle 1: Zusammenstellung von Mischproben

Bezeichnung		Zusammensetzung	Untersuchung Gesamtprobe	Untersuchung < 2 mm
MP 1	Mischprobe aus KRB 105: 0,6-1,0 m KRB 106: 0,6-3,4 m KRB 107: 0,6-1,0 m	Schlacke, Kohle, Brennmaterial, Glas, Asche	LAGA-Bauschutt	
MP 2	Mischprobe aus KRB 108: 0,6-2,6 m KRB 109: 0,6-2,3 m KRB 110: 2,0-2,7 m KRB 116: 0,6-2,5 m	Schluff mit Ziegel, Kohle, Schlacke	LAGA-Boden	
MP 3	Mischprobe aus KRB 111: 1,0-2,5 m KRB 113: 0,6-2,0 m KRB 115: 0,6-1,8 m KRB 117: 0,6-2,0 m	Sand, z.T. Schluff mit Kohle, Ziegel, Schlacke	LAGA-Boden	
MP 4	Mischprobe aus KRB 119: 0,6-1,9 m KRB 120: 0,6-1,9 m KRB 121: 0,6-1,0 m KRB 122: 0,6-1,7 m KRB 123: 0,6-1,6 m	Sand, Ziegel, Kohle, Schlacke	LAGA-Boden	
MP 5:	Mischprobe aus: KRB 124: 0,6-1,0 m KRB 126: 0,6-1,0m KRB 127: 0,6-1,9m KRB 128: 0,6-1,8 m KRB 129: 0,6-1,8 m	Sand, Ziegel, Kohle, Schlacke	LAGA-Boden	
MP 6	Mischprobe aus : KRB 104: 0,02-0,6 m KRB 105: 0,02-0,6 m KRB 106: 0,3-0,6 m	Sand, Ziegel, Kohle, Schlacke		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leite.
MP 7	Mischprobe aus: KRB 105: 0,6-1,0 m KRB 106: 0,6-1,0 m KRB 107: 0,6-1,0 m	Schlacke, Glas, Kohle, Sand		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leite.
MP 8	Mischprobe aus: KRB 112: 0,6-1,0 m KRB 113: 0,6-1,0 m	Sand, schluffig, Ziegel, Kohle, Schlacke		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leite.
MP 9	Mischprobe aus: KRB 115: 0,6-1,0 m KRB 116: 0,6-1,0 m KRB 117: 0,6-1,0 m	Sand, z.T. Schluff, Kohle, Bauschutt, Schlacke		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leite.
MP 10	Mischprobe aus: KRB 119: 0,6-1,0 m KRB 120: 0,6-1,0 m	Sand, schluffig, Ziegel, Schlacke, Beton, Kohle		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leif.
MP 11	Mischprobe aus KRB 122: 0,6-1,0 m KRB 123: 0,6-1,0 m KRB 124: 0,6-1,0 m	Sand, schluffig, kiesig, Schlacke, Ziegel, Kohle		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leif.
MP 12	Mischprobe aus: KRB 126: 0,6-1,0 m KRB 127: 0,6-1,0 m KRB 128: 0,6-1,0 m KRB 129: 0,6-1,0 m	Sand, schluffig, Schlacke, Beton, Kohle, Ziegel		O: PAK, Metalle, KW E: pH, el. Leif.
MP 13	Mischprobe aus: OMP 6: 30-60 cm OMP 7: 30-60 cm OMP 8: 30-60 cm OMP 9: 30-60 cm	Schlacke, Sand, Glas, Kohle Ziegel	LAGA-Bauschutt	
MP 14	Oberflächenmischprobe aus dem Bereich der Laufbahn des Sportplatzes	Sportplatzasche	LAGA-Bauschutt	

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

6.2.3 Untersuchungsergebnisse von Auffüllungsproben (Fraktion < 2mm)

Aus den im Zuge der Feldarbeiten gewonnenen Bohrungen wurden eine Reihe von Proben beim Labor ALA GmbH untersucht (s. Anlage 12).

An einer Reihe von Proben wurden im Eluat die pH-Werte bestimmt. Hierbei ergaben sich generell schwach saure bis schwach basische Verhältnisse. Die elektrischen Leitfähigkeiten sind alle unauffällig bzw. deuten auf keine erhöhten Salzkonzentrationen in den Auffüllungen/Böden hin. In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen im Hinblick auf Metalle und der Einzelverbindung Benzo(a)pyren (BaP) aus der Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) nach EPA aufgeführt. Zum Vergleich sind die Prüfwerte der BBodSchV mit angegeben. An dieser Stelle sei noch einmal darauf verwiesen, dass die Tiefe von 30 bis 60 cm augenblicklich für den Direktpfad nicht relevant ist, jedoch im Hinblick auf die Baureifmachung des Geländes im Zusammenhang mit Umlagerungsmaßnahmen beachtet werden sollte.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse von Proben aus den obersten 60 cm (< 2mm; mg/kg)

	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	BaP
MP 6: 2 – 60 cm	5,5	27	0,49	35	17	34	<0,1	81	<0,05
OMP 1: 30-60cm	14	80	0,76	41	32	30	0,26	272	0,15
OMP 2: 0-10 cm	26	143	0,87	45	56	29	0,32	292	<0,05
OMP 2: 10-60 cm	10	82	0,7	38	73	35	0,13	171	<0,05
OMP 3: 0-10 cm	10	103	1,1	36	27	26	0,23	267	<0,05
OMP 3: 10-30 cm	12	95	1,1	42	54	30	0,2	251	<0,05
OMP 3: 30-60 cm	12	291	2,1	55	218	40	0,25	663	<0,05
OMP 4: 0-10 cm	11	187	1,9	38	196	38	0,19	567	<0,05
OMP 5: 0-15 cm	13	98	1,1	38	28	28	0,21	289	<0,05
OMP 5: 15-60 cm	14	94	0,98	40	31	32	0,19	242	0,29
OMP 6: 0-10 cm	12	117	1,2	41	31	30	0,22	303	<0,05
OMP 6: 10-30 cm	15	115	1,4	40	38	29	0,22	307	<0,05
OMP 6: 30-60 cm	19	985	6,9	71	382	58	0,32	1.460	<0,05
OMP 7: 0-15 cm	10	110	1,3	41	33	29	0,23	261	<0,05
OMP 7: 15-35 cm	10	133	1,1	37	65	33	0,14	291	<0,05
OMP 7: 35-60 cm	15	741	4,0	74	575	101	0,29	1.460	<0,05
OMP 8: 0-15 cm	12	129	1,2	38	38	28	0,23	287	<0,05
OMP 8: 15-30 cm	8,8	74	0,86	36	35	30	0,14	205	<0,05
OMP 8: 30-60 cm	13	959	3,9	68	661	62	0,31	1.910	<0,05
OMP 9: 0-10 cm	19	164	1,7	39	47	31	0,27	483	<0,05
OMP 9: 10-30 cm	16	151	1,6	41	47	32	0,27	485	<0,05
OMP 9: 30-60 cm	17	215	1,8	40	95	35	0,31	659	0,53
OMP 10: 0-15 cm	11	107	1,4	38	33	29	0,23	286	<0,05
OMP 10: 15-60 cm	16	99	1,3	44	36	3,3	0,2	331	<0,05
Prüfwert Wohngebiete	50	400	2*	400	-	140	20	-	1**

* = gilt für Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthalt für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden (ansonsten gelten 20 mg/kg)

** = gilt für Nutzgärten (ansonsten gelten 4 mg/kg)

fett = Prüfwerte gem. BBodSchV werden überschritten

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Die Gehalte an Arsen, Chrom, Nickel, Quecksilber und BaP sind weitgehend unauffällig. Vereinzelt treten erhöhte Kupfer- und Zinkgehalte auf. Diese sind jedoch aufgrund ihrer wenig risikobehafteten Eigenschaften für schützenswerte Güter nicht in der BBodSchV aufgeführt.

Hingegen treten in einigen Fällen Überschreitungen der Prüfwerte für Blei und Cadmium auf. Es ist zu erkennen, dass es sich um die Proben der OMP 3, OMP 6, OMP 7 und OMP 8 handelt, wobei jeweils die Schicht 30 bis 60 cm betroffen ist.

In der Schicht 0-30 cm treten keine Überschreitungen der Prüfwerte für Wohngebiete auf.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse der Schicht 60 bis 100 cm aufgeführt. An dieser Stelle sind die Prüfwerte der BBodSchV ebenfalls für den Fall aufgeführt, dass später einmal aus dieser Tiefe stammende Materialien durch Schachtungsaktivitäten (z.B. beim Anlegen eines Teiches) an die Oberfläche gelangen und nicht vom Grundstück entfernt werden, so dass eine Möglichkeit des Direktkontaktes bzw. auch ein Pflanzenaufnahme in Betracht gezogen werden muß.

Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse von Proben aus der Schicht 60-100 cm (Fraktion < 2mm; mg/kg)

	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	KW	BaP
MP 7: 0,6-1,0m	21	4.310	24	141	1.250	114	1,3	6.070	19	<0,05
MP 8:0,6-1,0m	18	373	2,1	42	131	53	0,68	956	23	1,1
MP 9:0,6-1,0m	12	230	1,5	40	450	40	0,36	442	<10	<0,05
MP 10:0,6-1,0m	8	33	0,36	35	18	26	<0,1	96	<10	<0,05
MP 11:0,6-1,0m	11	101	0,78	38	36	35	0,22	282	<10	<0,05
MP 12:0,6-1,0m	9,9	67	0,67	38	33	36	0,18	222	12	<0,05
KRB 104:0,6-1,0m	12	231	2,4	51	91	52	0,12	442	n.b.	<0,05
KRB 108:0,6-1,0m	9,7	60	0,69	39	24	33	0,17	161	n.b.	<0,05
KRB 109:0,6-1,0m	12	218	1,9	41	123	47	0,25	496	n.b.	0,42
KRB 110:0,6-1,0m	16	145	1,1	43	62	42	0,32	408	n.b.	0,21
KRB 111:0,6-1,0m	13	81	0,79	39	42	38	0,27	495	n.b.	22
KRB 112:0,6-1,0m	18	332	1,8	41	145	47	2,9	771	n.b.	1,4
KRB 118:0,6-1,0m	22	318	3,5	38	112	60	0,38	1.360	n.b.	0,86
KRB 127:0,6-1,0m	12	69	0,84	40	40	41	0,27	242	n.b.	0,10
KRB 131:0,6-1,0m	13	67	0,53	37	32	35	0,23	184	n.b.	<0,05
Prüfwert Wohngebiete	50	400	2*	400	-	140	20	-	-	1**

* = gilt für Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthalt für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden (ansonsten gelten 20 mg/kg)

** = gilt für Nutzgärten (ansonsten gelten 4 mg/kg)

fett = Prüfwerte gem. BBodSchV werden überschritten

n.b. = nicht bestimmt

Bei MP 7, welche sich aus den schlackehaltigen Auffüllungen von KRB 105 bis 107 zusammensetzt, wird mit 24 mg/kg der Prüfwert von Cadmium für Haus- und Kleingärten um ein Vielfaches überschritten. Mit 4.310 mg/kg wird auch der Prüfwert für Blei vielfach über-

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403,131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

schritten. Weitere, allerdings geringfügige Überschreitungen von Cadmium zeigen sich bei MP 8 (Mischprobe aus KRB 112 und KRB 113), KRB 104 und 118, wobei jeweils die Tiefe 0,6 bis 1,0 m betroffen ist.

Bemerkenswert ist der erhöhte Gehalt an Benzo(a)pyren in der Probe KRB 111 (0,6-1,0m), wobei es sich, wie oben angedeutet, um eine Probe mit kokereispezifischem Geruch handelte. Die BaP-Gehalte der übrigen untersuchten Proben sind unauffällig.

Einige Proben wurden auf ihren Gehalt an Kohlenwasserstoffen (KW) untersucht. Hierbei ergaben sich ebenfalls keine Auffälligkeiten.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind Untersuchungsergebnisse von Auffüllungsproben aus den Kleinrammbohrungen aus der Schicht tiefer als 1 m unter Geländeoberkante aufgeführt.

Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse von Proben aus der Schicht > 100cm (Fraktion < 2mm; mg/kg)

	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	KW	BaP
KRB 101:1,0-1,7m	34	157	2,1	35	74	49	0,85	484	26	0,16
KRB 101:1,7-2,5m	35	175	7,7	25	61	57	2,6	955	26	0,68
KRB 102:1,0-1,6m	48	94	1,3	22	79	44	0,71	427	<10	0,05
KRB 111:1,0-1,7m	11	42	0,44	34	24	32	0,16	125	n.b.	<0,05
KRB 112:1,5-2,1m	8,4	22	0,25	30	14	28	0,13	74	n.b.	<0,05
KRB 115:1,0-1,8m	15	95	0,85	40	41	39	0,23	314	n.b.	0,85
KRB 116:1,0-1,5m	15	116	1,4	37	41	31	0,26	426	n.b.	<0,05
KRB 127:1,0-1,6m	11	74	0,69	32	26	29	0,15	172	n.b.	0,15
KRB 129:1,0-1,8m	13	71	0,61	32	27	31	0,41	207	n.b.	<0,05
KRB 129:1,8-2,9m	13	48	0,44	33	18	26	0,19	130	n.b.	<0,05

Es ist zu erkennen, dass nur in Ausnahmefällen bei KRB 101 erhöhte Cadmiumgehalte auftreten. Allerdings wurde diese Bohrung in einem Bereich außerhalb des geplanten Wohngebietes abgeteuft, in dem mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Aushubmaßnahmen stattfinden werden. Ein Risikopotential für den Pfad Boden/Grundwasser ist aus den ermittelten Gehalten an Schadstoffen nicht abzuleiten.

6.2.4 Untersuchungsergebnisse von Auffüllungsproben (Gesamtfraktion)

In der Tabelle 5 sind die Untersuchungsergebnisse der Mischproben (Originalsubstanz) zusammengestellt, die im Hinblick auf die Parameter der LAGA-Bauschutt/Gemische untersucht wurden. Wie oben beschrieben, handelt es sich hierbei um stark schlackehaltiges

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Material (MP 1 und MP 13) sowie um die Sportplatzasche (MP 14). In der Tabelle 6 sind die Untersuchungsergebnisse im Eluat dargestellt.

Tabelle 5: Untersuchungsergebnisse von MP 1, MP 13 und MP 14 (Gesamtproben, LAGA-Bauschutt/Gemische; Originalsubstanz; mg/kg)

Parameter	MP 1	MP 13	MP 14	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	<1	<1	<1	1	3	5	10
KW (H 18)	24	<10	<10	100	300	500	1.000
PAK n. EPA	0,53	8,89	1,09	1	5	15	75
PCB	0,07	<0,03	<0,03	0,02	0,1	0,5	1,0
Arsen*	26	18	42	20	30	50	-
Blei*	2.910	872	470	100	200	300	-
Cadmium*	17	4,1	3,8	0,6	1	3	-
Chrom*	119	68	64	50	100	200	-
Kupfer*	1.250	550	114	40	100	200	-
Nickel*	109	60	52	40	100	200	-
Quecksilber*	0,61	0,39	2,3	0,3	1	3	-
Zink*	4.890	1.450	702	120	300	500	-

* Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 eingesetzt werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) der Technischen Regeln Boden. Die entsprechenden Zuordnungswerte sind in der Tabelle kursiv dargestellt.

Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX) sind nicht nachweisbar. Die Gehalte an Kohlenwasserstoffen sind vernachlässigbar gering. Die Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK n. EPA) variieren zwischen 0,53 mg/kg (MP 1) und 8,89 mg/kg (MP 13) und sind dem entsprechend zwischen Z 0 und Z 1.2 einzustufen.

Bei allen untersuchten Mischproben treten erhöhte Gehalte an Cadmium und Blei, z.T. auch an Kupfer und Zink auf. Gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die Materialien nicht mehr unter den Bedingungen eines offenen Einbaus geeignet, sondern nur als Z2-Materialien unter versiegelten Flächen.

Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse von MP 1, MP 13 und MP 14 (Gesamtproben; LAGA-Bauschutt/Gemische, Eluat)

Parameter		MP1	MP 13	MP 14	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		7,8	7,3	7,2	7-12,5			
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	130	120	6,5	500	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	<1,0	2,1	<1	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	17	9,5	1,8	50	150	300	600
Phenolindex	mg/l	<10	<10	<10	<10	10	50	100
Arsen	mg/l	<10	<10	<10	10	10	40	50
Blei	mg/l	<20	<20	<20	20	40	100	100
Cadmium	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	2	2	5	5
Chrom	mg/l	<10	<10	<10	15	30	75	100
Kupfer	mg/l	<20	<20	<20	50	50	150	200
Nickel	mg/l	<10	<10	<10	40	50	100	100
Quecksilber	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	1	2
Zink	mg/l	<50	<50	<50	100	100	50	100

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Die Konzentrationen an Schadstoffen im Eluat sind vernachlässigbar gering. In den überwiegenden Fällen können überhaupt keine Schadstoffe nachgewiesen werden.

Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen sind die Mischproben MP 1, MP 13 und MP 14 als Z 2-Materialien gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen.

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse von MP 2 bis MP 5 (Gesamtproben, LAGA-Boden; Originalsubstanz; mg/kg)

Parameter	Einheit	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	LAGA Z 0-Wert	LAGA Z 1.1-Wert	LAGA Z 1.2-Wert	LAGA Z 2-Wert
pH-Wert		7,0	7,3	7,32	7,4	5,5-8	5,5-8	5-9	-
EOX	mg/kg	<1	<1	<1	<1	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	<10	<10	<10	<10	100	300	500	1000
Σ BTEX	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1	3	5
Σ LHKW	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1	3	5
Σ PAK n. EPA	mg/kg	3,03	9,33	0,93	0,85	1	5	15	20
Σ PCB*	mg/kg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,039	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	14	10	15	9	20	30	50	150
Blei	mg/kg	67	92	96	167	100	200	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,81	0,93	0,94	0,57	0,6	1	3	10-
Chrom (ges.)	mg/kg	47	37	42	35	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	35	98	41	29	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	42	37	38	35	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,15	0,19	0,19	0,18	0,3	1	3	10
Thallium	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	223	405	273	204	120	300	500	1500
Cyanide (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1	1	10	30	100

*: Congenere nach DIN 51527)

Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX), Kohlenwasserstoffe, BTEX-Aromaten und LHKW sind nicht nachweisbar. Die übrigen Schadstoffgehalte sind überwiegend nicht erhöht. Maßgeblich für die Einstufung sind die Gehalte an Zink, welche in allen Fällen die Z0- Werte überschreiten und im Falle von MP 3 auch den Z 1.1-Wert. Ferner ist bei MP 3 auch der Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK n. EPA) mit 9,33 mg/kg erhöht (Z 1.2).

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse von MP 2 bis MP 5 (Gesamtproben; LAGA-Boden, Eluat)

Parameter	Einheit	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	LAGA Z 0- Wert	LAGA Z 1.1- Wert	LAGA Z 1.2- Wert	LAGA Z 2- Wert
pH- Wert		7,7	7,7	7,8	7,8	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	120	170	150	110	500	500	1000	1500
Chlorid	mg/l	<1,0	1,4	<1,0	<1,0	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	10,8	26,2	16,9	6,2	50	50	100	150
Cyanid (ges.)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	10	50	100
Phenolindex	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	10	50	100
Arsen	µg/l	<10	<10	<10	<10	10	10	40	60
Blei	µg/l	<20	<20	<20	<20	20	40	100	200
Cadmium	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	<10	<10	<10	<10	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	<20	<20	<20	<20	50	50	150	300
Nickel	µg/l	<10	<10	<10	<10	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	1	3	5
Zink	µg/l	<50	<50	<50	<50	100	100	300	600

Die Konzentrationen an Schadstoffen im Eluat sind vernachlässigbar gering. In den überwiegenden Fällen können überhaupt keine Schadstoffe nachgewiesen werden.

Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen sind die Mischproben MP 2, MP 4 und MP 5 als Z 1.1- Materialien und die Mischprobe MP 3 als Z 1.2- Material gemäß LAGA-Boden einzustufen.

In der Tabelle 9 sind eine Reihe von Einzelproben aufgeführt, die im Hinblick auf Metalle, PAK n. EPA und z.T. auf Kohlenwasserstoffe (KW) in der Originalsubstanz untersucht wurden. Eine Differenzierung zwischen LAGA-Boden und LAGA- Bauschutt/ Gemische wurde hier nicht vorgenommen, wobei davon auszugehen ist, dass die Proben mit stark erhöhten Schadstoffgehalten auch höhere Gehalte an Fremdbestandteilen (Schlacken, Aschen, Kohle) aufweisen und eher der Kategorie LAGA-Bauschutt/Gemische zuzuordnen sind. Maßgeblich für die Einstufung ist in vielen Fällen der Parameter Zink, z. T. auch Blei sowie PAK n. EPA. Auffällig ist in diesem Zusammenhang der stark erhöhte Gehalt an PAK n. EPA von 389 mg/kg bei KRB 111 (0,6-1,0 m). In der nächstfolgenden Tiefe (1,0-1,7 m) wurden nur noch 8,46 mg/kg PAK n. EPA ermittelt. Die LAGA-Bauschutt/Gemische sieht für Z 2-Materialien einen höchstzulässigen Wert von 75 mg/kg PAK n. EPA vor, der in der Probe aus der Tiefe 0,6-1,0 m deutlich überschritten wird. Dem entsprechend ist das Material nicht wiederzuverwerten, sondern muß deponiert werden. Bei KRB 112 (0,6-1,0 m) tritt ein

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Gehalt von 21,3 mg/kg PAK n. EPA auf. Der Z2-Wert der LAGA-Boden von 20 mg/kg wird überschritten, der Z2-Wert der LAGA-Bauschutt/Gemische von 75 mg/kg nicht erreicht.

Tabelle 9: Untersuchungsergebnisse von Einzelproben aus den Kleinrammbohrungen (Gesamtproben; Originalsubstanz, mg/kg)

	Ar- sen	Blei	Cad- mium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck- silber	Zink	KW	PAK EPA	n.	Ein- stufung
104:0,6-1,0m	13	212	2,4	52	137	46	0,16	489	n.b.	1		Z 1.2
108:0,6-1,0m	11	61	0,67	40	30	36	0,13	167	n.b.	0,06		Z 1.1
109:0,6-1,0m	16	266	2,2	49	147	53	0,3	642	n.b.	8,88		Z 2
110:0,6-1,0m	17	141	1,2	55	71	51	0,38	451	n.b.	9,14		Z 1.2
111:0,6-1,0m	15	94	0,87	45	40	41	0,24	317	n.b.	389		> Z 2
111:1,0-1,7m	11	44	0,44	39	27	36	0,17	140	n.b.	8,46		Z 1.2
112:0,6-1,0m	19	323	1,9	44	137	49	3,2	854	n.b.	21,3		Z 2 (Ba)*
112:1,5-2,1m	11	25	0,33	78	16	31	0,16	79	n.b.	<0,05		Z 0
115:1,0-1,8m	14	87	0,82	41	40	42	0,22	287	n.b.	3,04		Z 1.1
116:1,0-1,5m	17	135	1,5	39	47	33	0,29	492	n.b.	0,76		Z 1.2
118:0,6-1,0m	16	250	3,1	37	95	54	0,29	1.130	n.b.	9,96		Z 2
127:0,6-1,0m	13	68	0,75	42	41	43	0,26	231	n.b.	2,34		Z 1.1
127:1,0-1,6m	9,7	70	0,71	31	26	29	0,16	184	n.b.	1,07		Z 1.1
129:1,0-1,8m	13	64	0,57	34	27	32	0,4	1,98	n.b.	0,17		Z 1.1
129:1,8-2,9m	13	44	0,47	32	18	26	0,18	121	n.b.	1,28		Z 1.1
131:0,6-1,0m	13	57	0,52	34	28	32	0,21	169	17	1,13		Z 1.1
131:1,0-1,5m	10	60	0,52	41	28	29	0,21	165	11	0,53		Z 1.1
131:1,5-2,2m	51	65	1,1	39	71	51	0,22	271	<10	0,42		Z 2
Z 0- Wert	20	100	0,6	50	40	40	0,3	0,5	100	1		
Z 1.1-Wert	30	200	1	100	100	100	1	1	300	5		
Z 1.2-Wert	50	300	3	200	200	200	3	3	500	15		
Z 2-Wert	150	1.000	10	600	600	600	10	10	1.000	20 (75)*		

*) LAGA-Bauschutt/Gemische

6.2.5 Untersuchungen zur Pflanzen- und Resorptionsverfügbarkeit

In der Tiefe von etwa 0,3 m bis zu 0,6 m treten verbreitet dunkelgefärbte Schlacken, z.T. mit Bergematerial, Kohle und Aschen auf. Die Untersuchungen der Fraktion < 2 mm erbrachte weitgehend Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV für Wohngebiete bei Blei und für Wohngärten im Falle von Cadmium. Von daher sind diese Materialien – abgesehen von rein ästhetischen Aspekten- nicht für eine Wiederverwertung in Gartenbereichen geeignet. Inwiefern sie bei einem Verbleib im Untergrund ein Risiko für schützenswerte Güter darstellen können, wurde anhand einiger Proben im Hinblick auf die Pflanzenverfügbarkeit (Blei, Cadmium) sowie die Resorptionsverfügbarkeit (Blei) geprüft. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in tabellarischer Form in der **Anlage 19** aufgeführt.

An 4 Mischproben (OMP 3, 6, 7 und 8) wurden die Cadmiumgehalte im Ammoniumnitratextrakt untersucht. Die BBodSchV sieht für Cadmium einen Maßnahmenwert von 0,04 mg/kg

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

für Brotweizenanbau oder stark anreichernde Gemüsearten vor; ansonsten gilt ein Maßnahmenwert von 0,1 mg/kg. Der letztgenannte Maßnahmenwert wird bei allen untersuchten Mischproben unterschritten. Bei OMP 6 wurde ein Cadmium-Gehalt im AN-Extrakt von 0,053 mg/kg ermittelt, welcher den mit 0,04 mg/kg angegebenen Maßnahmenwert für den Anbau stark Cadmium anreichernder Gemüsearten geringfügig überschreitet.

An 3 Mischproben (OMP 6-8) wurde die Pflanzenverfügbarkeit von Blei im AN-Extrakt untersucht. Bei allen Proben konnte kein pflanzenverfügbares Blei nachgewiesen werden.

An den Mischproben OMP 6-8 wurde ergänzend die Resorptionsverfügbarkeit von Blei untersucht, da der Prüfwert der BBodSchV von 400 mg/kg Blei für Wohngebiet überschritten wurde. Bei allen untersuchten Proben ergab sich eine erhöhte Resorptionsverfügbarkeit, so daß ein Risiko für die Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt für den Fall existiert, dass ein Direktkontakt mit den Auffüllungsmaterialien über einen längeren Zeitraum gegeben ist.

6.2.6 Untersuchungsergebnisse Bodenluft

Im Rahmen der Felduntersuchungen wurden alle Bohrlöcher vorübergehend zu provisorischen Bodenluftmeßstellen ausgebaut und vor Ort die Konzentrationen an Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff untersucht. Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen (Hauptkomponenten) sind in der **Anlage 13** aufgeführt.

Methan konnte bei den überwiegenden Messstellen nur im Bereich der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die Konzentrationen an Kohlendioxid variieren mit Werten zwischen 0,2 und 8,9 % relativ stark. Höhere Konzentrationen sind auf erhöhten mikrobiellen Abbau organischer Substanzen sowie auf abiotische Faktoren zurückzuführen. Auch die Konzentrationen an Sauerstoff schwanken mit Konzentrationen zwischen 5,3 und 19,3 % stark.

Bei 5 Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen (BL 104, BL 105, BL 109, BL 112 und BL 127) wurde zudem Bodenluft über Aktivkohle geleitet, um im Labor die Konzentrationen an BTEX-Aromaten und LHKW zu ermitteln. BTEX-Aromaten konnten hierbei nicht nachgewiesen werden (s. Untersuchungsergebnisse ALA in Anlage 12). Die ermittelten Konzentrationen an leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) sind vernachlässigbar gering. In der Regel liegen die Konzentrationen unter den analytischen Bestimmungsgrenzen. Lediglich bei BL 105 konnten 0,015 mg/m³ und bei BL 112 konnten 0,034 mg/m³ Tetrachlorethen (=Per) nachgewiesen werden.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 l. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

6.2.7 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung

Die Probenahmeprotokolle zur Grundwasser-Probenahme sind in der **Anlage 16** aufgeführt. In der **Anlage 10** ist für den Probenahmetermin 08.07.04 ein Grundwassergleichenplan konstruiert worden. Er dokumentiert für diesen Zeitpunkt eine westliche Grundwasserfließrichtung.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind dem Bericht der ALA GmbH in der Anlage 12 zu entnehmen. Die pH-Werte variieren zwischen 6,6 und 6,9 und deuten eine schwach saure Reaktion an. Die elektrische Leitfähigkeit variiert innerhalb relativ enger Grenzen von 112 bis 148 mS/m.

In den Grundwässern aller 4 Messstellen konnten keine Cyanide, BTEX-Aromaten und Kohlenwasserstoffe nachgewiesen werden. Von einer Ausnahme abgesehen (B 1, gering erhöhte Zinkkonzentration von 0,03 mg/l) liegen die Metallgehalte ebenfalls alle unter der analytischen Bestimmungsgrenze. In der Tabelle 10 sind die Untersuchungsergebnisse der Schadstoffe im Grundwasser aufgeführt, welche im Rahmen der vorangegangenen Messungen [1] z.T. im Grundwasser nachgewiesen wurden.

Tab. 10: Schadstoffgehalte im Grundwasser verschiedener Messstellen; Angaben in [µg/l]; Werte in Klammern stammen aus der Untersuchung vom 19.06.00 [aus1]

	Summe PAK n. EPA ohne Naphthalin	Naphthalin	Summe LHKW
B 1	n.n. (n.n.)	n.n. (n.n.)	5,1 (4,7)
B 2	0,07 (n.n.)	0,03 (n.n.)	3,7 (2,2)
B 3	n.n. (n.n.)	n.n. (n.n.)	3,1 (2,4)
B 4	n.n. (1,2)	0,05 (n.n.)	3,8 (2,6)
Prüfwert LAWA	0,1-0,2	1-2	2-10

n.n. = nicht nachweisbar

Aktuell konnten bei B 2 mit 0,07µg/l Spuren an PAK n. EPA (ohne Naphthalin) nachgewiesen werden. Im Rahmen der Voruntersuchung wurden bei B 4 in der Summe 1,2 µg/l PAK n. EPA (ohne Naphthalin) ermittelt. Aktuell waren hier keine Parameter der genannten Stoffgruppe nachweisbar. Allerdings traten aktuell bei B 2 sowie bei B 4 im Gegensatz zu der vorherigen Messung mit 0,03 µg/l bzw. 0,05 µg/l Spuren an Naphthalin auf.

Aktuell treten in allen Meßstellen zwischen 3,1 und 5,1 µg/l LHKW in Form von Tetrachlo-
 rethen (=Per) auf. Die Konzentrationen liegen geringfügig über denen der Voruntersuchung.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 ProjektNr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

7.0 Angaben zur Gründung

7.1 Bodenkenngrößen

Die folgenden Rechenwerte beruhen auf Erfahrung und stellen Mittelwerte dar:

Tabelle 1: Bodenkenngrößen

Bodenart	Auffüllungen	schluffiger Fein- bzw. Fein- bis Mittelsand	schwach feinkiesiger Sand
Feuchtwichte γ [kN/m ³]	16-20	19	19,5
Wichte unter Wasser γ' [kN/m ³]	8-10	10	11
Reibungswinkel ϕ [°] bzw. Ersatz- reibungswinkel ϕ_s [°]	- 30	27,5 -	32,5 -
Kohäsion c [kN/m ²]	0	5	0
Steifemodul E_s [MN/m ²]	- ¹	15-20	30-40

¹ Wird innerhalb der Auffüllungen nicht angegeben.

7.2 Gründung

Die nachfolgenden Angaben können nur eine allgemeine Richtlinie darstellen. Im Falle konkreter Planungen sind diese Aussagen nochmals zu prüfen.

Wie in den vorherigen Kapiteln bereits erwähnt, sind hinsichtlich der Altlastensituation zwei Varianten zu betrachten. Die Variante des kompletten Aushubs und Ersatzes der Auffüllungen wird hinsichtlich der Gründung nur kurz angerissen, weil dann die Qualität der Bodenersatzes sowohl in Bezug auf die Zusammensetzung als auch die Lagerungsdichte gesteuert werden kann. Daraus resultierend ergeben sich bei dieser Variante keine Hindernisse zur Ausführung einer konventionellen Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 ProjektNr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

sowohl für eine unterkellerte als auch für eine nicht unterkellerte Bauweise. Die Fundamente können bei mindestens frostfreier Einbindetiefe von $t \geq 0,8$ m sowohl im gewachsenen Boden als auch in dem kontrolliert einzubauenden Bodenaustausch auf die nachfolgend genannten mittleren Bodenpressungen bemessen werden. Nach konkreter Planung können im Einzelfall, der dann zu prüfen wäre, ggf. auch höhere Bodenpressungen zugelassen werden.

Tabelle 12: Zulässige mittlere Bodenpressungen

kleinere Fundamentbreite b [m]	0,5	1,0	$\geq 1,5$
Bodenpressung σ_0 [KN/m ²]	200	250	300

Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden. In den o. g. Werten ist eine Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 von ≥ 2 enthalten. Bei außermittigen Fundamentbelastungen sind die Bodenpressungen über Ersatzflächen nachzuweisen. Bezüglich der Lage der Lastresultierenden sind die Angaben der DIN 1054, Abschnitt 4.1.3, zu beachten.

Bei Ausnutzung der o. g. Bodenpressungen werden Setzungen in einer Größenordnung von $s \approx 1,5$ -3 cm abgeschätzt.

Sollen die Auffüllungen im Untergrund verbleiben, sofern die altlastenrelevanten Schadstoffgehalte es zulassen, sind weitere Überlegungen erforderlich. Bei einer unterkellerten Bauweise werden unter der Annahme einer vollgeschossigen Unterkellerung und eine Erdgeschossfußbodenhöhe etwa auf Höhe der vorhandenen GOK Einschachtung von ca. 3 m in das Gelände erfolgen. In großen Teilen des Grundstücks steht in dieser Tiefe gewachsener Boden an, der die o. g. Bemessungswerte zulässt. In kleineren Bereichen sind noch Auffüllungen unter den Sohlen zu erwarten, die mit maximalen Restmächtigkeiten von weniger als 1 m relativ gering sind. Hier ist entweder ein Austausch unter den Fundamentsohlen erforderlich, oder die Streifenfundamente erhalten ebenso wie die Decke über dem Kellergeschoss eine umlaufende konstruktive Ringbewehrung (z. B. 4 \varnothing 12, Bü \varnothing 8/15). Auch die Kellerfußbodenplatte ist mit einer konstruktiven Bewehrung zu versehen.

Nach den bisherigen Ausführungen ist zu erkennen, dass unabhängig von dem Umgang mit den vorhandenen Auffüllungen eine Gründung von Einfamilienwohnhäusern mit Unter-

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

kellerung keine oder nur geringe Zusatzmaßnahmen (konstruktive Bewehrung) mit sich bringt.

Wird jedoch auf einen Ersatz der Auffüllungen verzichtet und sollen die Einfamilienhäuser gleichzeitig ohne Keller errichtet werden, werden die Gründungssohlen (frostsicher in 0,8 m Tiefe) bis auf wenige Ausnahmen innerhalb der Auffüllungen liegen. Zwar sind die Rammschläge der punktuell durchgeführten Rammsondierungen in den Auffüllungen nicht auffällig niedrig, insbesondere sind keine eklatanten Hohlräume oder Lockerzonen festgestellt worden. Aber die Rammergebnisse können nicht ohne Weiteres flächig auf das Gesamtgrundstück übertragen werden. Zudem ist es bekannt, dass Auffüllungen, die nicht kontrolliert eingebaut und überprüft worden sind, stark inhomogen abgelagert und nicht planmäßig verdichtet worden sind. Daher ist keine pauschale Aussage über die Erfordernis einer für das gesamte Grundstück gültigen Zusatzmaßnahme möglich. Vielmehr hängen diese Erfordernisse erstens von der Lage des Gebäudes auf dem Grundstück und zweitens von der Tragkonstruktion ab. Wird der zweite Punkt außer Acht gelassen, da vermutlich konventionelle Einfamilienhäuser aus Mauerwerk oder Großflächenfertigteilen errichtet werden, kommt der Lage des Gebäudes auf dem Baugrundstück entscheidende Bedeutung zu. Dieses liegt darin begründet, dass die Mächtigkeit der Auffüllungen über das Grundstück zwischen weniger als einem Meter und mehr als 3,5 m schwankt. Entsprechend variabel ist die Mächtigkeit der unter den Gründungssohlen nicht unterkellerten Gebäude verbleibenden Auffüllungen. Ist diese geringer als ca. 0,5 m – d.h. liegt die Basis der Auffüllungen weniger als ca. 1,3 m unter GOK – und handelt es sich gleichzeitig um verdichtungsfähige Auffüllungen, reicht eine intensive Verdichtung der Gründungssohlen aus. Reichen die Auffüllungen tiefer, sind zusätzliche Rammsondierungen erforderlich, um zu entscheiden, ob Zusatzmaßnahmen erforderlich sind oder nicht. Sollten sie erforderlich sein, ist eine Vielzahl von Möglichkeiten denkbar. Nur kurz erwähnt seien Rüttelstopfverdichtung, Brunnengründung, Bodenaushub und verdichteter Wiedereinbau (Beachtung der Schadstoffsituation!), pfeilerartige Magerbetontieferführung, bewehrte Bodenplatte mit Dimensionierung auf Hohl- und Kraglage usw.

Als Fazit aus den Untersuchungen hinsichtlich der Gründung ergibt sich aus rein bodenmechanischer Sicht die Empfehlung, unterkellerte Gebäude zu errichten, da dann keine über das übliche Maß hinausgehenden Gründungen erforderlich sind. Eine nicht unterkellerte Bauweise ist nur dann sicher und ohne umfangreiche Zusatzuntersuchungen möglich,

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

wenn aufgrund der Altlastensituation ein vollständiger Austausch der Auffüllungen und Ersatz durch kontrolliert und verdichtet eingebauten Boden erfolgt.

8.0 Versickerungsuntersuchung

Im Rahmen der Entwicklung eines Bebauungsplangebietes ist im Vorfeld zu prüfen, ob eine Ableitung des nicht schädlich verunreinigten Niederschlagswassers in den Untergrund möglich ist. Hierzu sind während der Felduntersuchungen 3 Kleinrammbohrungen (KRB 107, 123 und 125) temporär mit geschlossenen, an den Sohlen offenen PVC-Rohren DN 35 mm ausgebaut worden, um Versickerungsversuche an den Bohrlochsohlen auszuführen. Den beschriebenen Rohren wurde Wasser bis zu einer ersten Messmarke h_1 zugegeben. Das Zeitintervall Δt bis zum Absinken des Wasserspiegels in den Rohren auf eine zweite Messmarke h_2 wurde festgehalten. Demnach handelt es sich um Versickerungsversuche mit fallender Druckhöhe, deren Auswertung in Anlehnung an das Verfahren von Kollbrunner/Maag vorgenommen worden ist.

In der nachfolgenden Tabelle 13 sind die Eingangsparameter und die Auswertungen der durchgeführten Versickerungsversuche in den Bohrlöchern dargestellt:

Tabelle 13: Eingangsparameter und Auswertung von Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern

KRB	Tiefe [m]	Durchmesser d [m]	Fallhöhe h_1 [m]	Fallhöhe h_2 [m]	Zeitintervall Δt [s]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
107	5,05	0,035	6,00	5,00	477,00	$1,67 \cdot 10^{-6}$
123	4,05	0,035	5,00	4,00	675,00	$1,45 \cdot 10^{-6}$
125	3,05	0,035	4,00	3,69	1800,00	$1,96 \cdot 10^{-7}$

In der letzten Spalte der Tabelle 13 sind die Durchlässigkeitsbeiwerte für die in der Tiefe der Versickerungsversuche anstehenden Böden errechnet worden. Bei dem im Bereich der KRB 107 und 123 anstehenden Böden handelt es sich um schwach feinkiesigen Sand, der in-situ Durchlässigkeitsbeiwerte von $k \approx 1 \cdot 10^{-6}$ m/s besitzt. Der im Bereich der KRB 125 untersuchte Boden stellt einen schwach schluffigen Fein- bis Mittelsand dar, dessen Durchlässigkeitsbeiwert mit $k \approx 2 \cdot 10^{-7}$ m/s fast eine Zehnerpotenz kleiner ist.

Die Bewertung der Ergebnisse der Versickerungsversuche folgt weiter unten nach der Auswertung der bodenmechanischen Laboratoriumsuntersuchungen.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 ProjektNr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Zusätzlich zu den Versickerungsversuchen vor Ort besteht die Möglichkeit, aus Korngrößenverteilungen nicht bindiger Böden die Größenordnung für einen Durchlässigkeitsbeiwert zu errechnen, wobei der Einfluss der Lagerungsdichte nicht erfasst werden kann.

In der Tabelle 14 sind die aus den Korngrößenverteilungen errechneten Durchlässigkeitsbeiwerte für die genannten Proben angegeben:

Tabelle 14: Aus Korngrößenverteilungen errechnete Durchlässigkeitsbeiwerte

KRB	Tiefe	d ₁₀	d ₆₀	U	Hazen ¹	Zieschang ^{1,2}	Beyer	Köhler
	[m]	[mm]	[mm]	[-]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
106	4,0-5,0	0,21	0,49	2,33	$5,12 \cdot 10^{-4}$	$6,13 \cdot 10^{-4}$	$2,26 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$
107	3,7-5,0	0,19	0,37	1,95	$4,19 \cdot 10^{-4}$	$5,02 \cdot 10^{-4}$	$1,97 \cdot 10^{-4}$	$9,97 \cdot 10^{-5}$
123	2,6-4,0	0,19	0,40	2,11	$4,19 \cdot 10^{-4}$	$5,02 \cdot 10^{-4}$	$1,92 \cdot 10^{-4}$	$1,08 \cdot 10^{-4}$
125	3,0-4,3	0,06	0,20	3,33	$4,18 \cdot 10^{-5}$	$5,00 \cdot 10^{-5}$	$1,60 \cdot 10^{-5}$	$1,25 \cdot 10^{-5}$
125	4,3-5,0	0,26	0,51	1,96	$7,84 \cdot 10^{-4}$	$9,40 \cdot 10^{-4}$	$3,69 \cdot 10^{-4}$	$1,73 \cdot 10^{-4}$

¹ Temperatur des schwach mineralisierten Wassers angenommen zu 10°C

² Empirischer Beiwert C je nach lithologischem Aufbau, Ungleichförmigkeit und d₁₀

Aus den nach verschiedenen Literaturstellen ausgewerteten Berechnungen geht grundsätzlich ein relativ gleichmäßiges Ergebnis hervor. Die Differenz zwischen dem Minimalwert $k_{\min} \approx 1,25 \cdot 10^{-5}$ m/s und $k_{\max} \approx 9,4 \cdot 10^{-4}$ m/s beträgt ca. 1,8 Zehnerpotenzen. Auffällig ist aber der große Unterschied zu den in der Tabelle 13 aufgelisteten Ergebnissen der Versickerungsversuche in den Bohrlöchern. Er beträgt nahezu 2 Zehnerpotenzen. Dieses liegt zum Einen daran, dass bei den Berechnungen aus den Korngrößenverteilungen die Lagerungsdichte der Böden nicht berücksichtigt wird. Zum Anderen knüpfen alle Autoren mit Ausnahme von Köhler enge Randbedingungen hinsichtlich der Zusammensetzung des Bodens an die Gültigkeit der Berechnungsmethoden.

Dennoch ist die festgestellte Differenz ungewöhnlich groß.

Zu den Versickerungsversuchen im Bohrloch ist noch zu erwähnen, dass die PVC-Rohre in die Bohrlochsohle eingedrückt werden, um Umläufigkeiten zu verhindern. Hierdurch kann sich ein Verdichtungseffekt ergeben, der den Durchlässigkeitsbeiwert tendenziell verkleinert.

Bei Betrachtung der Ergebnisse unter Berücksichtigung der genannten Einflüsse und unter Zuhilfenahme von Erfahrungswerten mit ähnlichen Böden ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

1. Eine Versickerung auf dem Baugrundstück ist grundsätzlich möglich, wenn darauf geachtet wird, dass die Versickerung innerhalb des **schwach feinkiesigen Sandes** erfolgt, der ab rund 4 m Tiefe ansteht. Hier kann ein Rechenwert von $k \approx 5 \cdot 10^{-6}$ m/s angesetzt werden. Die darüber liegenden schwach schluffigen Fein- bis Mittelsande besitzen kleinere Durchlässigkeitsbeiwerte von $k < 1 \cdot 10^{-7}$ m/s.
2. Aufgrund dieser Tiefen kommen hauptsächlich Sickeranlagen in Form von Schächten (dezentral) in Frage. Sollte eine (oder mehrere) zentrale Sickeranlage(n) geplant werden, sind auch entsprechend tief liegende Rigolen-Mulden-Systeme oder Kombinationen denkbar.
3. Bei der Planung der Sickeranlagen ist der höchste zu erwartende Grundwasserstand hinsichtlich des erforderlichen Mindestabstands zur Sohle des Sickeranlage zu beachten. Hierzu bedarf es einer Recherche. Als erster Anhaltspunkt kann [7] herangezogen werden, in dem ein Grundwassergleichenplan konstruiert worden ist, der auf Grundwasserstandsmessungen im Zeitraum Januar bis April 1967 beruht und einen hohen Grundwasserspiegel repräsentiert. Für das hier behandelte Grundstück ist dafür ein Grundwasserstand auf ca. 22 mNN und damit rund 4,5-6 m unter GOK angegeben. Demnach ist im Vergleich mit den erforderlichen Tiefen für die Sickeranlagen eine Kollision möglich. Es bedarf genauerer Planungen.

9.0 Beurteilung

In Kapitel 4 wurden eine Reihe von Fragen aufgestellt, auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

1) Ergänzende Untergrunduntersuchungen: Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden in Ergänzung zu den Untersuchungen aus [1] weitere 31 Kleinrammbohrungen bis in den gewachsenen Untergrund abgeteuft. Die in diesem Zusammenhang erkundeten Auffüllungen bestehen in Übereinstimmung mit den Befunden aus [1] aus sandigen, schluffigen, z.T. kiesigen Ablagerungen mit Fremd Beimengungen wie Ziegeln, Schlacke, Kohle, Bauschutt und Bergematerial.

Die chemischen Untersuchungen von ausgewählten Proben aus den Auffüllungen ergaben ein für innerstädtische Auffüllungen typisches Bild mit z.T. erhöhten Metallgehalten (vorwie-

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

gend Blei, Cadmium, Zink) und z. T. erhöhten Gehalten an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK n. EPA).

Die erhöhten Metallgehalte treten vorwiegend in den Schichten ab 0,3 m unter Gelände in den vorhandenen Auffüllungen mit hohen Anteilen an Schlacken, z.T. auch Bergematerial, Kohle und Aschen auf. Generell sind die Auffüllungen des westlichen Grundstücksteils mächtiger (bis zu 3,8 m) und weisen insgesamt höhere Schadstoffgehalte auf als die geringmächtigeren Auffüllungen im Bereich des östlich gelegenen ehemaligen Ziegeleisandortes.

Vereinzelt treten in den Auffüllungen erhöhte Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen auf, wobei es sich gemäß den insgesamt vorliegenden Untersuchungsbefunden offensichtlich um eng begrenzte Schadstoffnester handelt. So wurde im Rahmen von [1] im Bereich des Tennisplatzes eine PAK-Verunreinigung ermittelt. Eingrenzende Bohrungen in unmittelbarer Nähe der o.g. Verunreinigung im Rahmen der vorliegenden Untersuchung lieferten keine Hinweise auf eine größerflächige PAK-Verunreinigung in diesem Bereich.

In der aktuellen Untersuchung wurde bei KRB 111 in der Tiefe von 0,6 bis 1,0 m ein deutlicher Teerölgeruch wahrgenommen. Die chemische Untersuchung bestätigte den organoleptischen Befund mit einem Gehalt von fast 400 mg/kg PAK n. EPA. In der nächstfolgenden Tiefe konnte hingegen nur noch ein untergeordneter Gehalt an PAK nachgewiesen werden. Im Rahmen von [1] wurde bei der in der Nähe von KRB 111 gelegenen RKS 6 (1,3 bis 2,0 m) ebenfalls ein Teerölgeruch wahrgenommen. Die chemische Untersuchung der Auffüllungsprobe ergab seinerzeit einen erhöhten PAK-Gehalt n. EPA von 14,9 mg/kg.

Als vorläufiges Fazit bleibt festzuhalten, daß im westlichen Untersuchungsbereich offensichtlich kleinräumig Nester mit kokereispezifischen Beimengungen auftreten. Ein Risikopotential für eine nachhaltige Beaufschlagung des Grundwassers über das Sickerwasser läßt sich auf der Basis der vorliegenden Befunde nicht ableiten, zumal die Belastungen kleinräumig auftreten, die vorgefundene Schadstoffgruppe der PAK schwer wasserlöslich ist und in den tieferliegenden Schichten jeweils deutlich geringe Schadstoffgehalte ermittelt wurden. Eine weitere Betrachtung zu diesem Thema findet unter Punkt 6 (Grundwasseruntersuchungen) statt.

Die an zahlreichen Proben durchgeführten Untersuchungen im Hinblick auf Kohlenwasserstoffe ergaben alle unauffällige Gehalte.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
ProjektNr.: 0403.131
I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

In der stichpunktartig untersuchten Bodenluft wurden keine bedeutsamen Konzentrationen an BTEX-Aromaten und LHKW ermittelt. Bei der Messung der Hauptkomponenten konnten keine auffälligen Konzentrationen an Methan ermittelt werden. Die Konzentrationen an CO₂ sind z.T. erhöht, was auf biotische und abiotische Prozesse zurückzuführen ist. Risiken im Hinblick auf eine spätere Wohnnutzung lassen sich hieraus nicht ableiten.

2) Untersuchung der Oberböden im Hinblick auf einen möglichen Wiedereinsatz des Materials vor Ort.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß in der Vergangenheit im Bereich von Grünanlagen offensichtlich sandig-schluffiger Boden in einer Mächtigkeit von 30 cm aufgebracht wurde, welcher in den obersten 10-15 cm humos ausgebildet ist. Die Untersuchung auf umweltrelevante Parameter erbrachte keine bedeutsamen Schadstoffgehalte. Die Prüfwerte der BBodSchV für Wohngebiete (bzw. auch Wohngärten im Falle von Cadmium und Nutzgärten im Falle der Verbindung Benzo(a)pyren) werden alle unterschritten. Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen kann der Oberboden (0- ca. 30 cm) demnach wieder für Wohngärten und Nutzgärten im geplanten Wohngebiet eingesetzt werden.

3) Prüfung der Wiederverwertbarkeit bzw. der Entsorgung der abzutragenden Sportanlagen und Wege.

Bei den Sportanlagen handelt es sich einerseits um den Fußballplatz aus Rasen (wurde im Rahmen von Punkt 2 abgehandelt) und andererseits um die Laufbahn und die Flächen hinter den Torlinien sowie den Bolzplatz, welche alle mit einer rotgefärbten Sportplatzasche in Mächtigkeiten zwischen ca. 10 und 30 cm, z.T. mit geringmächtigen Schotter-/ Schlacketragschichten ausgestattet sind. Eine weitere Fläche dieser Art befindet sich in nordwestlicher Verlängerung (ca. 25 m) des Tennisplatzes.

Die Untersuchung der Feinfraktion < 2mm der Mischprobe OMP 2 aus dem Bereich des Bolzplatzes (0-10 cm und 10-60 cm) ergab relativ geringe Schadstoffgehalte. Aufgrund der engen Beziehung zwischen den Gehalten an Schadstoffen in der Gesamtprobe und den Gehalten in der Fraktion < 2 mm (s. hierzu Anlage 18) deutet es sich an, daß im Falle einer Aufnahme das Material als Z 1.1 gemäß der LAGA 20 wiederzuverwerten ist.

Eine weitere Mischprobe wurde unter der Bezeichnung MP 14 von der oberflächennahen Schicht (0-10 cm) aus dem Bereich der Sportplatzlaufbahn genommen. Aufgrund erhöhter Gehalte an Blei und Zink ist dieses Material nur als Z 2 gemäß der LAGA 20 wiederzuverwerten. Ggf. sollten im Zuge einer Baureifmachung in weiteren Teilbereichen Mischproben

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

genommen und auf Metalle untersucht werden, damit evt. eine weitere Ausweisung von kleineren Teilflächen mit geringeren Schadstoffen erfolgen kann.

Teilweise existieren im Bereich des Untersuchungsgrundstückes Pflasterungen (so z.B. als Gehweg außerhalb der Laufbahn des Sportplatzes), Betonflächen (z.B. als Stehtribüne entlang der südlichen Sportplatzlaufbahn) und Wegbefestigungen aus Waschbetonplatten. Diese Materialien wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mangels Verdachtsmomenten auf schadstoffhaltige Bauteile nicht chemisch untersucht. Bei der weiter unten folgenden Aufstellung über Massen und Kosten wurde zunächst davon ausgegangen, dass sie als Z 1.2 –Materialien gemäß LAGA 20 einzustufen sind.

4) Wiederverwertung aller ausgebauten Böden:

Auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen empfiehlt es sich, die Oberböden im Bereich der Grünflächen abzuschleifen und zur späteren Wiederandeckung in Wohnbereichen (auch Hausgärten) seitlich zu lagern.

Bei den darunter anstehenden Böden handelt es sich in der Regel um Gemische aus umgelagerten Böden mit unterschiedlichen Anteilen an Schlacke, Kohle, Bergematerial, Asche, Ziegel, Glas und Bauschutt. Die Untersuchung hat gezeigt, daß die aufgefüllten Materialien im Falle einer Auskoffnung weitgehend in die Kategorie Z 1.1- Z 1.2 nach LAGA einzustufen und dem entsprechend offen wieder einzubauen sind. Ausgenommen davon sind die vorwiegend im westlichen Grundstücksteil befindlichen schwarzgefärbten Schichten aus Substraten, die weitgehend aus Fremdbestandteilen wie Schlacken, Bergematerial, Kohlen und Aschen bestehen, d.h. natürliche Bodenarten wie Sand und Schluff treten in den Hintergrund. Diese Materialien sind weitgehend in die Kategorie Z 2 gemäß LAGA-Bauschutt/Gemische einzustufen. Die flächenhafte Darstellung der Ausbreitung im Bereich der Tiefe von 0,3-0,6 m ist in **Anlage 8** dargestellt, wobei sowohl die Ergebnisse der MP 13 als auch die Ergebnisse der Oberflächenmischproben OMP 6,7,8 mit in die Beurteilung einfließen. (Obwohl die Oberflächenmischproben die Fraktion < 2 mm darstellen, ist aufgrund der engen Beziehung der Schadstoffe in der Fraktion < 2mm und der Gesamtfraktion mit Einschränkung bei der Gruppe der PAK eine Einstufung gemäß LAGA vertretbar, s. hierzu Anlage 18). Die Einstufungen in unterschiedliche LAGA-Klassen ab der Tiefe von 0,6 m sind in der **Anlage 9** aufgeführt, wobei die Ergebnisse z.T. aus Mischproben und z.T. aus Einzelproben resultieren.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

5) Entsorgungsmodalitäten (Verwertung/Beseitigung)

Es hat sich gezeigt, dass im Bereich des Untersuchungsgrundstücks für die Beurteilung der Qualität der Auffüllungsmaterialien vorwiegend die Metalle und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe relevant sind. Die übrigen untersuchten Parameter der LAGA-Listen waren alle unauffällig. Im vorangegangenen Kapitel wurde bereits angedeutet, dass es sich anbietet, chargenweise verschiedene Auffüllungsmaterialien im Zuge der Baureifmachung zu separieren, um nach Analyse auf die genannten relevanten Parameter (ggf. ergänzt durch weitere in Abhängigkeit von der beabsichtigten Entsorgungsmaßnahme) die Entsorgungswege festzulegen.

An 2 Stellen im westlichen Grundstücksbereich treten auf der Basis der vorangegangenen und der aktuellen Untersuchung kleinräumig erhöhte PAK-Gehalte infolge von kokereispezifischen Ablagerungen auf, welche die Z2-Kriterien der LAGA Bauschutt/Gemische (75 mg/kg PAK n. EPA) überschreiten. In der Kostenschätzung des vorangegangenen Abschnittes 4 wurden für die Entsorgung derartiger Materialien 40 €/t angesetzt. Es empfiehlt sich hier, im Falle einer Baureifmachung in den bekannten Bereichen vorab Baggerschürfe anzulegen und an repräsentativem Aushubmaterial Deponieklassenbestimmungen durchzuführen.

Im Bereich der wenigen vorhandenen Gebäude (Umkleidehaus an der Halener Straße, provisorisches Vereinsheim östlich des Sportplatzes und eine Garage westlich des Sportplatzes, Unterstellhäuschen im Bereich des Sportplatzes) wurden keine Untersuchungen durchgeführt und auch keine Kosten für Abbruch und Entsorgung geschätzt. Die Ortsbesichtigung ergab, daß die umlaufende Dachverkleidung des Umkleidehauses sowie die Dächer der Unterstellhäuschen mit Eternitplatten (asbesthaltig) verkleidet sind, was beim Abbruch und der Entsorgung berücksichtigt werden muß.

6) Beprobung des Grundwassers an vier bestehenden Meßstellen

Die einmalige Beprobung der 4 Meßstellen hat zunächst zu der Erkenntnis geführt, daß das Grundwasser zum Zeitpunkt der Probenahme in westliche Richtung floß. Im Rahmen der vorangegangenen Untersuchung [1] war zu 2 Meßterminen eine nordöstliche Grundwasserfließrichtung beobachtet worden. Die unterschiedlichen Fließrichtungen zu den einzelnen Meßterminen resultieren aus der Nähe des Standortes zum Rhein. Gemäß den vorliegenden Informationen des Amtes 31-6 wurden im Bereich des Standortes bereits in der Vergangenheit stark wechselnde Grundwasserfließrichtungen beobachtet.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
ProjektNr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Die chemischen Untersuchungen von Grundwasser der Messstellen B1 bis B 4 ergaben, daß Kohlenwasserstoffe, BTEX-Aromaten und Cyanide nicht nachweisbar waren. Aus der Gruppe der Metalle war lediglich in einer Meßstelle Zink im Grundwasser in einer untergeordneten Konzentration nachzuweisen. Bei den Meßstellen B 2 und B 4 traten Spuren an Naphthalin aus der Gruppe der PAK auf, wobei die ermittelten Konzentrationen aber unterhalb der Prüfwerte der LAWA-Liste liegen.

In allen Messstellen traten in Übereinstimmung mit der Voruntersuchung [1] geringe Konzentrationen an Per aus der Gruppe der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe im unteren Bereich der Prüfwertspanne auf. Aus der Historie sowie den vorliegenden Geländebefunden und chemischen Untersuchungen (Auffüllungen und Bodenluft) der untersuchten Fläche läßt sich die Herkunft dieses Stoffes, welcher in der Vergangenheit z.B. als Kaltreiniger oder Entfettungsmittel eingesetzt wurde, nicht ableiten. Es wird empfohlen, diesbezüglich einer Recherche in umliegenden Grundwassermessstellen durchzuführen, um eine mögliche Schadensquelle ausserhalb des Grundstücks zu orten.

Sofern im Rahmen der geplanten Bebauung Auffüllungen oder Teile der Auffüllungen vor Ort verbleiben, ist auf der Basis der vorliegenden Erkenntnisse das Risiko einer bedeutsamen Beaufschlagung des Grundwassers mit Schadstoffen als sehr gering einzuschätzen. Es kann gänzlich ausgeschlossen werden, wenn alle Auffüllungen vom Gelände entfernt werden.

7) Erarbeitung von Empfehlungen für Gründungsmöglichkeiten (s hierzu Kap. 7)

8) Versickerung des Niederschlagswassers (s. hierzu Kap. 8)

9) Generelle Beurteilung

Die vorliegende Untersuchung verfolgte das Ziel, Risiken für schützenswerte Güter bei Umwandlung des Standortes von einer Sport- und Freizeitnutzung in eine Wohnnutzung abzuschätzen bzw. Angaben über dann erforderliche Sanierungs-/ Sicherungsmaßnahmen zu machen. Generell ist auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsbefunde eine Umwandlung des Standortes aus altlastentechnischer Sicht möglich, wobei unterschiedliche Varianten in Frage kommen. Eine Bebauung der Fläche mit Einfamilienhäusern ist ohne Risiken für die Nutzer realisierbar, unabhängig davon, ob ein kompletter Bodenaustausch stattfindet oder nicht. Besonderes Augenmerk sollte auf die sensibel einzustufenden Hausgärten gelegt werden. Nachfolgend werden verschiedene mögliche Varianten einer Umwandlung der

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektur.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Fläche unter Berücksichtigung der Risiken im Bereich der Gärten skizziert, wobei in Kapitel 10 eine überschlägige Massen- und Kostenschätzung für die beiden nachfolgend genannten Varianten 1 und 2 erfolgt.

- Variante 1: Austausch der gesamten Auffüllungen (Ausnahme: Oberboden der Tiefe 0-30 cm aus den begrünten Freiflächenbereichen, welcher vor Ort wiederverwertet werden kann) und Ersatz durch unbelasteten Füllboden. Vorteil dieser Variante ist die Tatsache, daß sämtliche Risiken für schützenswerte Güter ausgeschaltet werden bzw. die Fläche multifunktionell (Wohngärten mit gleichzeitigem Aufenthalt von Kleinkindern und Nutzpflanzenanbau) genutzt werden kann. Restrisiken für das Schutzgut Grundwasser durch mögliche kleinräumige Verunreinigungen im Untergrund sind ebenfalls auszuschließen. Nachteil der Variante sind die damit verbundenen Kosten für die Entsorgung und Wiederauffüllung.
- Variante 2: Abschieben des unbelasteten Oberbodens (0-30 cm) zwecks späterer Wiederverwertung; Entsorgung der nicht am Standort verwertbaren Auffüllungen (z. B. Sportplatzaschen) aus der Tiefe 0-30 cm sowie der belasteten Auffüllungen aus der Tiefe von 30 bis 60 cm. Anschließend Lieferung von Füllboden und Wiederverwertung des vorher abgeschobenen Oberbodens. Bei dieser Variante würde später ein 0,6 m mächtiger Bodenaufbau mit unbelasteten Materialien über den verbliebenen Auffüllungen vorliegen.

Risiken über den Direktkontakt mit belasteten Materialien sind bei dieser Variante fast auszuschließen. Eine Ausnahme bildet lediglich der seltene Fall einer Schachtung innerhalb eines Gartens größer als 0,6 m z.B. bei Anlage eines Gartenteichs, wobei die ausgehobenen Auffüllungsmaterialien nicht entsorgt, sondern an der Geländeoberfläche verteilt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden nur Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit an Proben aus der Tiefe von 30-60 cm durchgeführt. Vor allem im westlichen Grundstücksteil treten aber auch bis zur Tiefe von 100 cm und teilweise darüber hinaus schlackehaltige Materialien mit erhöhten Metallgehalten auf, bei denen eine erhöhte Resorptionsverfügbarkeit von Blei analog der Befunde aus der Tiefe von 30-60 cm zu konstatieren ist. Um die genannte Variante zu realisieren und das Risiko des Direktkontaktes auszuschließen, könnte möglicherweise in den künftigen rückwärtigen Gartenteilen in der Tiefe von 0,6 m eine Grabesperre aufgebracht werden, um Tiefschachtungen seitens der Nutzer zu verhindern. Allerdings impliziert eine Grabesperre subjektiv eine für den Nutzer nicht

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
I. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

kalkulierbare „Gefahr“ aus dem tieferen Untergrund, was bei der Vermarktung der Grundstücke zu Schwierigkeiten führen kann. Die Grabesperre kann dadurch umgangen werden, dass in den relevanten Bereichen auch die Schicht von 60 cm bis 100 cm herausgenommen und entsorgt wird. Der betroffene Flächenteil schließt auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsbefunde die Bereiche OMP 6 bzw. MP 7 sowie kleinräumig die Bereiche RKS 6 und KRB 111 ein.

Risiken über den Pfad Boden/Pflanze sind am Standort bei dieser Variante auszuschließen, da zunächst die Untersuchung der Auffüllungen mit erhöhten Cadmium- und Bleigehalten in der Originalsubstanz geringe (bei Cadmium) oder keine (bei Blei) pflanzenverfügbaren Anteile im Ammoniumnitratextrakt erbrachte. Aufgrund der erhöhten Resorptionsverfügbarkeit von Blei wurde jedoch bereits oben empfohlen, in den betreffenden Bereichen die Schicht von 30 cm bis 60 cm (ggf. tiefer) gegen unbelasteten Boden auszutauschen, so daß nach Wiederandecken mit dem vor Ort vorhandenen Oberboden eine mindestens 60 cm mächtige Schicht mit unbelastetem Boden als Hauptdurchwurzelungszone vorliegt, in der Nutzpflanzenanbau ohne Einschränkungen möglich ist.

Beim Belassen der tieferliegenden Auffüllungen auf dem Gelände ist ein geringes Restrisiko für die Verlagerung von Schadstoffen aus den Auffüllungen in das Grundwasser gegeben. Allerdings zeigt die vorliegende Untersuchung, daß vorhandene Verunreinigungen des Untergrundes (PAK- haltige Materialien) offensichtlich nur kleinräumig auftreten und nur schwer wasserlöslich sind. Die Grundwasseruntersuchungen an den 4 vorhandenen Meßstellen deuten nicht auf eine bedeutsame Schadstoffverunreinigung des Grundwassers hin. Vorteil dieser Variante ist die Tatsache, dass gegenüber einem Totalaustausch der vorhandenen Auffüllungen erhebliche Kosten bei der Baureifmachung gespart werden können, wie in nachfolgendem Kapitel überschlägig kalkuliert wird.

Weitere Varianten:

Weitere Varianten oder Kombinationen von Maßnahmen sind denkbar, z.B.

- Bodenaustausch in den Gartenbereichen bis zu 1,0 m unter Gelände
- Höherlegung des Grundstücks mit unbelastetem Füllboden
- Teilaustausch von Auffüllungen bis zur Tiefe von maximal 1,0 m

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Eine mögliche Kombination aus verschiedenen Maßnahmen als Alternative zu einem Komplettaustausch aller Auffüllungen unter der Prämisse, Risiken für schützenswerte Güter zu minimieren und eine Grabesperre zu vermeiden, sieht wie folgt aus:

- Abschieben des verwertbaren Mutterbodens und des Oberbodens (bis ca. 30 cm unter derzeitiger Geländeoberkante) ohne Fremd Beimengungen zur späteren Wiederandekung
- Entsorgung der nicht am Standort verwertbaren Auffüllungen (z. B. Sportplatzaschen) aus der Tiefe 0-30 cm
- Entfernung der schlackehaltigen Schichten aus der Tiefe 30 bis 60 cm in den Bereichen OMP 6 – OMP 8 (einschl. Bereich der Laufbahn). In den Bereichen von OMP 3 und OMP 9 treten in der genannten Tiefe gemäß der organoleptischen Ansprache bereichsweise auch erhöhte Beimengungen an Schlacken auf. Diese Schichten können gemäß den vorliegenden Untersuchungsbefunden der Mischproben gemäß BBodSchV vor Ort verbleiben. Zu empfehlen ist jedoch, nach Abschieben des Oberbodens (0-30 cm) nach organoleptischen Gesichtspunkten beim Auftreten erhöhter Schlackeanteile entsprechend der Vorgehensweise bei OMP 6 bis OMP 8 zu verfahren. Im Falle der Aufnahme sind die Materialien aufgrund erhöhter Zinkgehalte in die Kategorie Z 2 gemäß LAGA-Richtlinie einzustufen.
- Entfernung der Schichten 60 bis 100 cm in den Bereichen OMP 6 bzw. MP 7 sowie zusätzlich kleinräumig in den Bereichen von RKS 6 und KRB 111 (ggf. weitere kleinräumige Bereiche nach organoleptischer Begutachtung im Zuges des Abtragens).
- Verbleib der übrigen Auffüllungen auf dem Gelände
- Wiederauffüllung der abgeschobenen Bereiche mit unbelastetem Füllboden

Sollte am Standort eine Lösung angestrebt werden, die nicht den Komplettaustausch aller vorhandenen Auffüllungen, sondern lediglich einen Teilaushub vorsieht, empfiehlt es sich, bei Vorliegen genauerer Planunterlagen ein Bodenmanagementkonzept aufzustellen, um in Abhängigkeit vom beabsichtigten Bauablauf sinnvolle und notwendige Maßnahmen bezüglich der Aufnahme und des Verbleibs von Materialien auf dem Grundstück näher festzulegen. Ferner ist eine gutachterliche Koordination und Begleitung der Maßnahme in der Ausführungsphase zu empfehlen, damit es nicht zu unkontrollierten und später nicht nachvollziehbaren Massenbewegungen kommt.

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

10.0 Überschlägige Massen- und Kostenschätzung für Teil- und Kompletttausch der vorhandenen Auffüllungen

Wie eingangs angedeutet, sollen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung 2 Varianten bezüglich eines Bodenaustausches im Rahmen einer Baureifmachung diskutiert werden, wobei in Anlage 11 eine überschlägige Massen- und Kostenschätzung aufgestellt wurde.

Variante 1: Totalaustausch der vorhandenen Auffüllungen bei Wiederverwendung der vorhandenen Oberböden der Grünflächen (0-30 cm) und Wiederauffüllung mit unbelasteten Materialien

Variante 2: Oberflächennaher (bis zu 60 cm unter derzeitiger Geländeoberkante reichender) Austausch unter Wiederverwendung der vorhandenen Oberböden der Grünflächen (0-30 cm).

Folgende Annahmen werden generell getroffen:

- Basis für die Betrachtung sind die aktuellen Geländehöhen, d.h. es wurde vorausgesetzt, dass die künftigen Geländehöhen ähnlich wie heute sein werden.
- Die Flächen von vorhandenen Bauwerken wie das Umkleidehaus und das provisorische Vereinsheim wurden aufgrund des geringen Ausmasses nicht berücksichtigt.
- Die Preise für Aushub und Verwertung/Beseitigung sowie für Lieferung, Einbau und Verdichten von Füllböden wurden geschätzt. Genauere Auskünfte sind erst im Rahmen einer Ausschreibung zu ermitteln.
- Die Flächengrößen wurden nicht parzellenscharf ermittelt. Als Grundlage für die Berechnungen diente Kartenmaterial, welches gemäß den vorliegenden Informationen zufolge eingescannt wurde.
- Bei Variante 2 wurde ein Aushub für 55 Wohneinheiten berücksichtigt, wobei eine Einschachtungstiefe von 3,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante für die Errichtung von Kellern angesetzt wurde bzw. eine mittlere Auffüllungsmächtigkeit über das gesamte Grundstück von 2,1 m. Kosten für Tieferschachtungen z.B. bei mächtigeren Auffüllungen sowie Wiederauffüllungen wurden nicht berücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Kosten für Austausch von Bodenmassen z.B. beim Kanal- und Straßenbau.
- Bei dem Bau von 55 Wohneinheiten und ca. 500 m Straße fallen etwa 18.000 m³ So-wieso- Aushub an. Bei der Kalkulation der anzuliefernden Füllböden wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Baugruben nach Aufnahme der Materialien wieder komplett verfüllt werden. Die tatsächlich erforderlichen Füllbodenmengen werden bei einem gesteuerten Bauablauf aufgrund der geplanten Bebauung durch Einfamilienhäuser

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

und Straßen geringer sein. So kann der für die Gebäude anfallende Aushub in Form gewachsener Böden als Füllmaterial wieder verwendet werden. Die mögliche Einsparung ist in den Berechnungen nicht berücksichtigt, da nicht absehbar ist, daß Auskofferrung von Auffüllungen und der Neubau von Wohnhäusern parallel verlaufen wird.

- Zu berücksichtigen ist ferner, dass aus baupraktischen Erwägungen im Rahmen der Baureifmachung eine präzise Auskofferrung gemäß den in der Anlage 9 dargestellten Zuordnungsklassen nach LAGA voraussichtlich nicht möglich sein wird; dies bedeutet, dass man wahrscheinlich nach organoleptischen Gesichtspunkten und der Zielsetzung einer zügigen Baustellenabwicklung separieren bzw. chargenweise Materialien auf relevante Parameter beprobt und anschließend die Entsorgungswege festlegt.

Variante 1: In der Tabelle 15 sind die Einstufungen und Kubaturen für einen Austausch sämtlicher Auffüllungen auf dem Gelände kalkuliert worden. Die Basis für die Berechnungen der einzelnen Kubaturen ist der Anlage 11 zu entnehmen. Es ist zu erkennen, daß bei einem kompletten Abtrag aller Auffüllungen mit Kosten in Höhe von ca. 1.25 Mio € zu rechnen ist. Für die Lieferung und den Einbau von Füllboden sind knapp 900.000 € einzukalkulieren, so daß als Gesamtkosten etwas über 2,1 Mio € kalkuliert werden.

Tabelle 15: Kostenschätzung für den Austausch aller Auffüllungen im Bereich des Untersuchungsgeländes, Wiederverwertung der Oberböden (0-30cm) aus den Grünflächenbereichen (Nettopreise)

	Einstufung	Kubatur [m³]	x 1,8	€/t	€
Mutterboden		1.846,8	3.324,3	12,0	39.891,3
Sand/Schluff	Z 1.2	3.349,6	6.029,4	12,0	72.352,3
Sportplatzasche	Z 1.1	266,3	479,3	10,0	4.792,9
Sportplatzasche	Z 2	1.517,4	2.731,3	15,0	40.969,8
Auffüllung	Z 1.1	30.955,6	55.720,0	10,0	557.200,4
Auffüllung	Z 1.2	11.317,5	20.371,6	12,0	244.458,9
Auffüllung	Z 2 (Bau)	9.231,6	16.616,9	15,0	249.253,3
Auffüllung	> Z 2	611,4	1.100,5	40,0	44.020,1
Summe		59.096,3	106.373,3		1.252.939,0
				€/m³	
Entsorgung (s.o.)					1.252.939,0
Lieferung u. Einbau Füllboden		59.096,3		15,0	886.443,8
Zwischensumme					2.139.382,8
Wiederverwertung von 0-30cm:					
Abzug Entsorgungskosten					112.243,6
Abzug Füllboden					77.946
Gesamtsumme					1.949.193,2

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
 Projekt: Sportanlage Halener Straße
 Projektnr.: 0403.131
 1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
 Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

Es bietet sich auf jeden Fall an, die obersten 30 cm aus Mutterboden und Sand/Schluff der Auffüllungen wieder vor Ort zu verwerten und nicht zu entsorgen. Dies würde bedeuten, daß 112.243,6 € (= 39.891,3 €+ 72.352,3 €) weniger an Entsorgungskosten sowie 77.946 € (5196,4 m³ x 15 €/m³) weniger für das Liefern und Einbauen von Füllboden anfallen, somit Gesamtkosten in Höhe von **1.949.193,2 €** (netto) resultieren.

Variante 2: In der Tabelle 16 sind die Einstufungen und Kubaturen für die Entsorgung der obersten 0,6 m kalkuliert worden. Beim Austausch der gesamten Auffüllungen aus diesem Bereich sowie Auffüllung mit unbelastetem Füllboden ist mit Kosten in Höhe von knapp 600.000 € rechnen.

Tabelle 16: Kostenschätzung für den Austausch der obersten 0,6 m im Bereich des Untersuchungsgeländes; Wiederverwertung der Oberböden (0-30cm) aus den Grünflächenbereichen (Nettopreise)

	Einstufung	Kubatur	x 1,8	€/t	€
Mutterboden		1.846,8	3.324,3	12,0	39.891,3
Sand/Schluff	Z 1.2	3.349,6	6.029,4	12,0	72.352,3
Sportplatzasche	Z 1.1	266,3	479,3	10,0	4.792,9
Sportplatzasche	Z 2	1.517,4	2.731,3	15,0	40.969,8
Auffüllung	Z 1.1	3.176,3	5.717,4	10,0	57.173,9
Auffüllung	Z 1.2	960,7	1.729,3	12,0	20.751,6
Auffüllung	Z 2 (Bau)	3.796,7	6.834,1	15,0	102.511,6
Auffüllung	> Z 2	376,9	678,3	40,0	27.133,2
Summe		15.290,8	27.523,4		365.576,6
				€/m³	
Entsorgung (s.o.)					365.576,6
Lieferung u. Einbau Füllboden		15.290,8		15,0	229.361,4
Zuschlag Tieferschachtungen					151.470,0
Zuschlag Geotextil (evt.)					10.000
Zwischensumme					756.408
Wiederverwertung von 0-30cm					
Abzug Entsorgungskosten					112.243,6
Abzug Füllboden					77.946
Gesamtsumme					566.218,4

Auch hier bietet es sich an, die vorhandenen obersten 30 cm aus Mutterboden und Sand/Schluff wieder vor Ort einzusetzen. Auch hier würden wie in der Variante 1 geschildert 112.243,6 € weniger an Entsorgungskosten sowie 77.946 € weniger für das Liefern und Einbauen von Füllboden anfallen, somit Gesamtkosten von **404.748,4 €** (netto) resultieren.

Im Falle einer Unterkellerung müssen zusätzlich Kosten für das Tiefschachten im Bereich der Auffüllungen einkalkuliert werden. Bei einer Planung von 55 Wohneinheiten mit einer

Auftraggeber: Stadt Duisburg , Amt 31-3*
Projekt: Sportanlage Halener Straße
Projektnr.: 0403.131
1. Bericht: Altlastenbeurteilung, Baugrundbeurteilung/
Gründungsberatung, Versickerungsuntersuchung

angenommenen durchschnittlichen Fläche von 85 m² (inkl. Arbeitsraum) und einer durchschnittlichen zusätzlichen Einschachtungstiefe von 1,5 m resultieren 7.012,5 m³ bzw. 12.622,5 t Auffüllungsmaterialien. Legt man einen Tonnenpreis von 12 €/t zugrunde, sind überschlägig Mehrkosten für Tieferschachtungen in Höhe von **151.470 €** anzusetzen.

Genauere Überlegungen zu möglichen Kosten können erst bei Vorliegen genauerer Planunterlagen angestellt werden.



- Dr. Gehlen -



- Farghaly -

Anlagenverzeichnis:

- Anlage 1: Übersichtslageplan mit Eintragung der Altlastverdachtsflächen
- Anlage 2: Lageplan mit Oberflächen
- Anlage 3: Lageplan mit geplanter Bebauung (Variante 1)
- Anlage 4: Lageplan mit Bohransatzpunkten
- Anlage 5: Lageplan mit Oberflächenmischproben
- Anlage 6: Lageplan mit Auffüllungsmächtigkeiten
- Anlage 7: Bohrprofile
- Anlage 8: Einstufung der Auffüllungen von 0,3 bis 0,6 m gemäß LAGA 20
- Anlage 9: Einstufung der Auffüllungen ab 0,6 m gemäß LAGA 20
- Anlage 10: Grundwassergleichenplan
- Anlage 11: Berechnungen zur Massen- und Kostenschätzung
- Anlage 12: Untersuchungsbericht ALA GmbH
- Anlage 13: Untersuchungsergebnisse Bodenluft (Hauptkomponenten)
- Anlage 14: Probenahmeprotokolle Oberflächenmischproben
- Anlage 15: Probenahmeprotokolle Bodenluft
- Anlage 16: Probenahmeprotokolle Grundwasser
- Anlage 17: Korngrößenverteilungen
- Anlage 18: Schadstoffgehalte in der Fraktion < 2 mm und in der Gesamtfraktion
- Anlage 19: Untersuchungsergebnisse zur Pflanzen- und Resorptionsverfügbarkeit