

Flensburg
Sanierungsgebiet Südstadt Bahnhofsumfeld
Baufeld W1, M3

Beratende Ingenieurleistungen Boden
im Zuge
der Bauleitplanung

Ergebnisse der
Untergrunderkundungen

Auftraggeber:
Stadt Flensburg
Fachbereich Entwicklung und Innovation
Am Pferdewasser 14
24943 Flensburg

Hamburg, den 03.02.2015

*Dieser Bericht umfasst Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, 74 Seiten, Anlagenverzeichnis und 6 Anlagen.
Er darf nur ungekürzt an Dritte weitergegeben werden.*

Geschäftsführende Gesellschafter Bankverbindung
Dr. habil. Stefan Melchior Hamburger Sparkasse
Dipl.-Ing. Wolfgang Wittpohl IBAN DE75 2005 0550 1238 1169 64
Beratende Ingenieure VBI BIC/SWIFT HASPDEHHXXX

Hamburg
Rödingsmarkt 43
20459 Hamburg
info@mplusw.de



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Vorliegende Untersuchungen	1
3	Ausgangspunkt	4
3.1	Sanierungsgebiet und vorbereitende Untersuchungen.....	4
3.2	Bodenuntersuchungen 1991 - 2012	5
3.3	Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Grundwasser.....	6
3.4	Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Luft.....	7
3.5	Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Mensch	7
4	Informationsdefizite bezüglich Boden und Untergrund.....	8
4.1	Boden – Mensch.....	8
4.2	Bodenluft	9
4.3	Boden – Wasser	9
4.4	Baugrund.....	9
4.5	Entwässerung.....	10
5	Durchführung der Untersuchungen und Bewertungsgrundlagen	10
5.1	Allgemeines	10
5.2	LAGA TR Boden und DepV	13
5.3	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)	15
5.3.1	Altlastverdacht.....	15
5.3.2	Vorsorge	16
6	Sport- und Bolzplatz (Flurstück 158).....	18
6.1	Nutzung und Bestand	18
6.2	Ausgeführte Untersuchungen	20
6.3	Ergebnisse der Bodenaufschlüsse.....	22
6.4	Ergebnisse der chemischen Analysen	23
6.4.1	Auffüllung (Schadstoffpotential).....	23
6.4.2	Auffüllung (Eignung BBodSchV).....	25
6.4.3	Bodenluft.....	25
6.4.4	Bodenwasser	27
6.5	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.....	28
6.5.1	Korngrößenverteilung.....	28
6.5.2	Wassergehalt	29
6.5.3	Glühverlust.....	30
6.5.4	Konsistenzgrenzen.....	30
6.6	Bewertung	31
6.6.1	Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden.....	31
6.6.2	Gründung.....	33
6.6.3	Bodenluft.....	34



6.6.4	Versickerung von gefasstem Niederschlagswasser.....	35
7	Brachfläche (Flurstück 82).....	37
7.1	Nutzung und Bestand	37
7.2	Ausgeführte Untersuchungen	38
7.3	Ergebnisse der Bodenaufschlüsse.....	39
7.4	Ergebnisse der chemischen Analysen	40
7.4.1	Auffüllung (Schadstoffpotential).....	40
7.4.2	Bodenluft.....	41
7.5	Bewertung	43
7.5.1	Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden.....	43
7.5.2	Gründung.....	44
7.5.3	Bodenluft.....	45
7.5.4	Bodenwasser	46
8	Hundesportplatz (Flurstück 83).....	47
8.1	Nutzung und Bestand	47
8.2	Ausgeführte Untersuchungen	48
8.3	Ergebnis des Bodenaufschlusses	48
8.4	Ergebnisse der chemischen Analysen	49
8.4.1	Auffüllung (Schadstoffpotential).....	49
8.4.2	Bodenluft.....	51
8.5	Bewertung	52
8.5.1	Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden.....	52
8.5.2	Gründung.....	53
8.5.3	Bodenluft.....	54
9	Ehemalige Gleisbereiche (Flurstücke 172 und 100)	56
9.1	Nutzung und Bestand	56
9.2	Ausgeführte Untersuchungen	57
9.3	Ergebnisse der Bodenaufschlüsse.....	58
9.4	Ergebnisse der chemischen Analysen	61
9.4.1	Auffüllung (Schadstoffpotential).....	61
9.5	Bewertung	62
9.5.1	Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden.....	62
9.5.2	Gründung.....	63
10	Zusammenfassung.....	65
	Anlagenverzeichnis	75



1 Veranlassung

Die melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (m+w) wurde seitens der Stadt Flensburg, Fachbereich Entwicklung und Innovation beauftragt, den Projektträger IHR Sanierungsträger Flensburger Gesellschaft für Stadterneuerung (FGS) mbH, bei der Entwicklung der Baufelder W1 und M3 des städtebaulichen Sanierungsgebietes Südstadt Bahnhofsumfeld, bezüglich der auf den Untergrund und Boden bezogenen Fragestellungen, zu unterstützen.

Nach der Durchsicht der vorliegenden Untergrunderkundungen und Untersuchungen wurden die Ergebnisse aus- und bewertet und im Rahmen einer Projektbesprechung am 17.01.2014 präsentiert und diskutiert. Bezüglich der mit der städtebaulichen Entwicklung einhergehenden Fragestellungen zum Untergrund und Boden wurden dabei die Informationsdefizite aufgezeigt und ein Untersuchungskonzept abgestimmt.

Die Untersuchungen wurden im Zeitraum vom 05.06.2014 bis 25.06.2014 vor Ort ausgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Untersuchungen beschrieben und hinsichtlich der geplanten Maßnahmen bewertet.

2 Vorliegende Untersuchungen

Nachfolgend aufgeführte Unterlagen wurden uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- [U1] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2001): Orientierende Untersuchung Schleswig-Holstein Flensburg 5032 (Bahnhof Flensburg), erstellt im Auftrag der Sanierungsmanagement Nord (IS-N) über die DB Anlagen und Haus Service, 18.12.2007
- [U2] Gesellschaft für Sanierungs- & Umwelttechnologie mbH (GSU) (1991): Untersuchungsbericht Nr. 9012067, Sondierungen und Analysen zur Erfassung von möglichen Bodenkontaminationen auf den Flurstücken 21, 134, 78 und 79 der Flur H 43 in der Gemarkung Flensburg vom 04.02.1991
- [U3] Institut für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung Dr. Biernath-Wüpping GmbH (IGU) (1999): Prüfbericht Nr. 999/99 – 1 Abfallprobe Bohrgut Container vom 29.11.1999 / Schichtenverzeichnis Schönfeld Brunnenbau GWM 1/99 = B1 vom 23.11.1999 / Prüfbericht Nr. 906/99 – 1 Wasserprobe B1 vom 30.11.1999
- [U4] Institut für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung Dr. Biernath-Wüpping GmbH (IGU) (1999): Lageplan und Profildarstellungen Bohrungen BS21 bis BS23 / Prüfbericht Nr. 929/99 – 3 Bodenproben und 1 Eluatprobe vom 10.11.1999



- [U5] Institut Koldingen GmbH – Agrolab Laborgruppe (2010): Prüfbericht zum Auftrag Nr. 317105 – 4 Bodenproben der Hundesportgemeinschaft Flensburg-Handewitt vom 24.03.2010
- [U6] Institut für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung Dr. Biernath-Wüpping GmbH (IGU) (2000): Lageplan und Profildarstellungen Bohrungen BS24 bis BS33 sowie 2 Oberbodenmischproben und 2 Oberflächenwasserproben / Prüfbericht Nr. 00/308 – Oberbodenmisch-, Sediment- und Oberflächenwasserproben / 00-362 Bodenluftuntersuchungen und 1 Bodenluftprobe / 00-368 Feststoffproben Bohrungen vom Mai 2000
- [U7] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2001): Gutachten zur Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 27.03.2001
- [U8] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2001): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 11.01.2001, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 19.11.2001
- [U9] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2002): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 15.01.2002, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 04.02.2002
- [U10] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2002): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 08.05.2002, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 03.06.2002
- [U11] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2003): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 20.02.2003, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 11.03.2003
- [U12] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2003): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 24.09.2003,



erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord,
10.10.2003

- [U13] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2004): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 15.04.2004, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 30.04.2004
- [U14] Ingenieurgesellschaft Possel & Partner GmbH (IPP) (2005): Gefährdungsabschätzung / Altlastenerkundung im südöstlichen Bereich des VFB Nordmark e.V. Sportgeländes in Flensburg – Grundwasseruntersuchungen vom 26.01.2005, erstellt im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögen Dienststelle Nord, 08.02.2005
- [U15] Dr. Köhler & Dr. Pommerening Ingenieurbüro für Geotechnik, Hydrogeologie und Umwelt (2005): Detailuntersuchung Schleswig-Holstein Stadt Flensburg, Standort Nr. 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, erstellt im Auftrag der DB Netz AG, N.FZ-N-L-2, 29.07.2005
- [U16] Dr. Köhler & Dr. Pommerening Ingenieurbüro für Geotechnik, Hydrogeologie und Umwelt (2007): Ergänzende Detailuntersuchung Schleswig-Holstein Stadt Flensburg, Standort Nr. 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, erstellt im Auftrag der DB Netz AG, I,NP-N-S, 19.09.2007
- [U17] DB Netz AG, Anlagensanierung, I.NP-O-S (2008): Grundwasser-Monitoring (2008 – 2009), STO 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, Monitoring 05/08 – 1. Zwischenbericht, erstellt im Auftrag der DB AG - Sanierungsmanagement, FRS - N, 28.08.2008
- [U18] DB Netz AG, Regionale Instandsetzung, I.NP-O-R (2010): Grundwasser-Monitoring (2008 – 2010), STO 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, Monitoring 10/09 – 2. Zwischenbericht, erstellt im Auftrag der DB AG - Sanierungsmanagement, FRS - N, 25.01.2010
- [U19] DB Netz AG, Regionale Instandsetzung (2010): Grundwasser-Monitoring (2008 – 2010), STO 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, Monitoring 04/10 – 3. Zwischenbericht, erstellt im Auftrag der DB AG - Sanierungsmanagement, 28.06.2010
- [U20] DB Netz AG, Regionale Instandsetzung (2011): Grundwasser-Monitoring (2008 – 2010), STO 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, Monitoring 11/10 – Abschlussbericht, erstellt im Auftrag der DB AG - Sanierungsmanagement, 27.06.2011



- [U21] DB Netz AG, Regionale Instandsetzung (2014): Grundwasser-Monitoring (2008 – 2013), STO 5032, Flensburg Bahnhof, VFB Nordmark am Mühlendamm, Monitoring 10/13 – Abschlussbericht, erstellt im Auftrag der DB AG - Sanierungsmanagement, FRI-N-S, 04.09.2014
- [U22] IGU BIOBAC der UCL-Gruppe (2009): Kurzbericht – Orientierende Untersuchung des Grundstücks Mühlendamm 11c in Flensburg, im Auftrag der Unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Flensburg vom 25.02.2009
- [U23] IGU BIOBAC der UCL-Gruppe (2009): Kurzbericht – Ergänzende Orientierende Untersuchung des Grundstücks Mühlendamm 11c in Flensburg, im Auftrag der Unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Flensburg vom 08.10.02.2009
- [U24] Umwelt Control Labor GmbH (UCL) (2011): Lageplan, Probenahmeprotokoll sowie Prüfbericht Nr. 11-26578/1 zur Entnahme und Analyse von Oberbodenmischproben des Flurstückes Nr. 82 vom Juli/August.2011

3 Ausgangspunkt

3.1 Sanierungsgebiet und vorbereitende Untersuchungen

Seit der Aufgabe des Güterbahnhofbetriebes durch die Deutsche Bahn Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts und Entfernung der wesentlichen Einrichtungen liegen große Teile nordöstlich bis östlich des Bahnhofs Flensburg brach. Durch die auf Teilflächen begonnene Entwidmung der ehemaligen Bahnflächen besteht die Möglichkeit, stadtplanerisch die in zentraler Stadtlage gelegenen Flächen der Südstadt einer neuen Nutzung zuzuführen. Hierzu wurden diese Flächen zum Sanierungsgebiet erklärt und entsprechend untersucht.

Die von den hier dargelegten Untersuchungen erfassten Flächen liegen im Teilbereich 5 des Sanierungsgebietes. Dieser Teilbereich umfasst die nördlich des Bahnhofs liegenden Flächen des ehemaligen Güterbahnhofs, Sportplatzes und ehemaligen Bauhofs. Gemäß Rahmenplan „Südstadt: Bahnhofsumfeld“ RV 14.02.2013 liegen hier die Baufelder M3 und W1, vgl. das in der Anlage 1 umgrenzte Untersuchungsgebiet.

In diesem Bereich liegen verschiedene altlastverdächtige Flächen bzw. nachgewiesene Altlasten, die sich überwiegend auf die Verfüllung der ehemaligen Mühlenteiche mit schadstoffbelasteten Materialien zurückführen lassen (vgl. die Altablagerung Nr. 40). Ein weiterer Belastungsschwerpunkt wurde innerhalb der aufgefüllten Schichten im Bereich und im Abstrom einer ehemaligen Einleitstelle einer Regenwasserleitung des Bw Flensburg lokalisiert (südöstlicher Bereich des Flurstückes 158 und Übergangsbereich zum Flurstück 82).



Zu den verdächtigen Flächen dieses Bereiches gibt es verschiedene Altuntersuchungen, die im Kapitel 2 aufgelistet sind und in den folgenden Kapiteln zusammenfassend erläutert werden.

Neben den zur Verfüllung und Aufhöhung des ehemaligen Teiches abgelagerten Böden befand sich im Bereich der Flurstücke 82 und 83 ein ehemaliges Schüttgleis der Bahn, auf dem Schüttgüter umgeschlagen wurden. Auf dem Flurstück 77 befanden sich zwischen 1947 und 1972 ein Handel mit chemischen Erzeugnissen und ein Betrieb zur Herstellung von Holzschutzmitteln. Aufgrund der Nutzungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass Schadstoffe in den Untergrund eingetragen wurden.

3.2 Bodenuntersuchungen 1991 - 2012

Auf den Flurstücken des Untersuchungsgebietes (Baufelder W1 und M3) sind seit dem Jahr 1991 verschiedene Boden-, Bodenluft- und Grundwasseruntersuchungen vorgenommen worden, vgl. Untersuchungsgebiet und Ansatzpunkte der Altuntersuchungen in Anlage 1.

In der Unterlage [U15] aus dem Jahr 2005, in der speziell die südliche Fläche des heutigen Sportplatzes behandelt wird, wird auf Seite 38 auf die diffus in den Auffüllungen angetroffenen Schadstoffgehalte (PAK, Schwermetalle und MKW) hingewiesen. Gemäß dem Gutachten wurden im Südosten der Fläche im Feststoff PAK-Gehalte von bis zu 778,7 mg/kg (Bohrung S17, 4-5 m Tiefe unter GOK im Auffüllungshorizont) und MKW-Gehalte von bis zu 48.000 mg/kg (Bohrung S8, 6,3 bis 6,8 m unter GOK im Auffüllungshorizont) nachgewiesen, vgl. den Lageplan der Anlage 1.

Wie die Anlage 1 verdeutlicht, wurden im Rahmen vorangegangener Untersuchungen vor allem Bohrungen im Südosten des Untersuchungsgebietes, insbesondere im Südosten des Sport- und Bolzplatzgeländes (Flurstück 158), durchgeführt, in denen sich Verdachtsmomente aufgrund der Vornutzung bzw. erster Untersuchungsergebnisse verdichtet hatten.

Vereinzelte Ansatzpunkte finden sich am südlichen Rand der zu betrachtenden Baufelder. Vom zentralen Teil des Sportplatzes (nördliche Hälfte des Untersuchungsgebietes) und der südöstlichen Spitze des Untersuchungsgebietes (ehemalige Gleisanlagen) liegen keine Informationen zum Untergrund und zum Schadstoffinventar vor. Die Schadstoffsituation in den Auffüllungen des Mühlenteichs wird von den Gutachtern der Unterlage [U15] auf Seite 38, unten, folgendermaßen eingeschätzt: „Es ist zu vermuten, dass ähnliche Schadstoffbelastungen weitflächig im Bereich des ehemaligen Großen Mühlenteichs durch das Einbringen kontaminierten Auffüllmaterials bzw. durch die Deponierung von Bauschutt, Hausmüll u. ä. vorhanden sind.“



3.3 Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Grundwasser

Für die Flächen der deutschen Bahn liegen Gutachten vor, in denen ausführliche Betrachtungen bezüglich des Wirkungspfades Boden - Grundwasser vorgenommen worden sind. Dafür wurden insgesamt 14 Grundwassermessstellen eingerichtet, von denen einige jedoch beschädigt und aktuell nicht mehr in Betrieb sind. Der Schwerpunkt der Messstellen konzentriert sich auf den südöstlichen Sportplatzbereich (Flurstück 158) sowie das benachbarte Flurstück 82. Grundwasseruntersuchungen wurden in diesem Bereich seit 1999 vorgenommen (Unterlagen [U3] bis [U21]).

Die älteste untersuchte Messstelle ist die Grundwassermessstelle B1, die 1999 eingerichtet wurde [U3]. Im Jahr 2001 wurden weitere Messstellen um die Messstelle B1 herum eingerichtet, vgl. [U7] die Pegel P1 bis P4. Das Grundwasser wurde in den Jahren 2002 bis 2005 regelmäßig im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögens untersucht ([U8] bis [U14]). Im Jahr 2007 wurden Detailuntersuchungen vorgenommen, in deren Zuge weitere Messstellen ausgebaut wurden (P5 bis P12, vgl. [U15] und [U16]). In den Jahren 2008 bis 2013 wurde ein Grundwasser-Monitoring durch die Deutsche Bahn AG an den Grundwassermessstellen GWM1/09, P4, P6, P9 bis P12 fortgesetzt ([U17] bis [U21]).

In der 1999 ausgebauten Grundwassermessstelle B1 wurden im Feststoff in einer Tiefe von 3,5 m bis 4,6 m unter GOK mit 47.884 mg MKW/kg TS sehr hohe Gehalte an mineralölartigen Kohlenwasserstoffen bestimmt. Im Eluat einer aus einer Tiefe von 4,5 m bis 5,0 m unter GOK entnommenen Feststoffprobe wurden 70 mg MKW/l analysiert. In der Grundwasserprobe der ausgebauten Messstelle B1 wurden noch 0,4 mg MKW/l und 1,68 µg/l PAK ohne Naphthalin sowie 0,32 µg/l Naphthalin nachgewiesen.

Aufgrund dieser im Bereich der Messstelle B1 nachgewiesenen MKW-Belastung des Feststoffes und PAK-Belastung des Grundwassers wurden die weiteren Untersuchungen sowie das Monitoring-Programm wie oben beschrieben ausgeführt. Die Belastungen wurden in den Messungen der Jahre 2002 bis 2005 bestätigt. In diesem Zeitraum wurden die höchsten PAK-Konzentrationen in der Probenahme vom 08.05.2002 in den Messstellen P4 mit 41,99 µg/l PAK ohne Naphthalin und P3 mit 8,67 µg/l PAK ohne Naphthalin analysiert. Die höchste MKW-Konzentration wurde in der Messstelle P4 mit 12,3 µg/l in der Probenahme vom 20.02.2003 nachgewiesen.

In der Unterlage [U21] werden die seit 2008 vorgenommenen Grundwasseruntersuchungen zusammenfassend beschrieben. Dabei wurden PAK- und MKW-Konzentrationen oberhalb der oberen Maßnahmenswellenwerte der LAWA im Grundwasser nachgewiesen (Messstelle P9: bis 9,39 µg/l PAK ohne Naphthalin (2009) und GWM1/09: bis 1,2 µg/l MKW (2009)), vgl. Lage der Messstellen in Anlagen 2.1. In den letzten Untersuchungen wurde ein Rückgang der Schadstoffkonzentrationen festgestellt, wobei in der Messstelle P9 dauerhaft PAK-Konzentrationen ohne Naphthalin von mehr als 2,9 µg/l nachgewiesen wurden.



In der nordwestlich ausgebauten Grundwassermessstelle P11 wurden in den Wasserproben der Jahre 2009 bis 2010 auffällige Arsen-Konzentrationen analysiert (P11 zwischen 0,07 mg As/l und 0,12 mg As/l, P12 2013 0,11 mg As/l). In den Jahren 2012 und 2013 ist diese Konzentration deutlich zurückgegangen (2012: < 0,01 mg/l, 2013: 0,02 mg/l). In der Messstelle P12 wurde erstmalig 2013 mit 0,11 mg As/l eine vergleichbar hohe Konzentration gemessen.

Gemäß der Unterlage [U21] wird im südöstlichen Bereich des Flurstückes 158 ein Bereich abgegrenzt, in dem von einer Belastung durch PAK ausgegangen wird, vgl. hierzu auch den Lageplan der Anlage 2.1.

3.4 Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Luft

Im Jahr 2000 wurden im Bereich der bekannten Altablagerung im Süden des Sportplatzgeländes an 10 Ansatzpunkten mittels Stitz-Sonde Untersuchungen der Bodenluft vorgenommen. Es wurde die Zusammensetzung der Bodenluft in jeweils 2 Bodentiefen vor Ort auf die Parameter PID-Summe, O₂, CO₂ und CH₄ hin untersucht. Dabei konnten in den Messungen Methankonzentrationen analysiert werden, die lokal bis zu 18 Vol.-% erreichten (siehe Unterlage [U6] und Auskunft uBB, Frau Schwarz, vom 03.01.2014). Nicht in allen Ansatzpunkten und in allen Tiefen konnte Methan in der Bodenluft nachgewiesen werden.

3.5 Grundsätzliche Ergebnisse bezüglich Pfad Boden-Mensch

Im Bereich der bekannten Altablagerung auf dem Sportplatz wurden im Jahr 2000 2 Oberbodenmischproben gemäß BBodSchV hergestellt und analysiert (Tiefenbereich 0 – 10 cm). Auf der südlich an das Sportplatzgelände anschließenden Flächen (Flurstücke 82 und 83) wurden 2005 und 2011 ebenfalls Bodenmischproben gemäß BBodSchV bis in eine Tiefe von 0 cm bis 10 cm unter GOK hergestellt und analysiert, vgl. Lageplan der Anlage 1.

Die festgestellten Schadstoffgehalte der untersuchten Parameter lagen unterhalb der Prüfwerte der BBodSchV für Kinderspielflächen. In einzelnen Proben wurden die strengeren Vorsorgewerte überschritten. Dies betrifft die Vorsorgewerte für einzelne Schwermetalle wie Cadmium, Kupfer und Zink sowie die PAK bezogen auf die Bodenart Sand mit einem Humusgehalt < 8 Gew.-%. Aus der Überschreitung der Vorsorgewerte ergeben sich keine unmittelbaren Einschränkungen für die geplante Nutzung.



4 Informationsdefizite bezüglich Boden und Untergrund

Für die Umsetzung der städtebaulichen Sanierung der Südstadt und des Bahnhofumfeldes in den hier behandelten Teilflächen W1 und M3 fehlen ausreichende Kenntnisse zum Untergundaufbau und der Schadstoffbelastung hinsichtlich folgender Fragestellungen:

4.1 Boden – Mensch

Für die nordwestlichen sowie die südöstlichen Bereiche (Sportplatz bzw. ehemaliges südöstliches Bahngelände) des zu betrachteten Gebietes fehlen Untersuchungsergebnisse hinsichtlich des möglichen Wirkungspfades Boden - Mensch.

In Anbetracht der Tatsache, dass zur Umsetzung des städtebaulichen Rahmenplans Baumaßnahmen für die Erschließung und die Herstellung der Gebäude erforderlich sind, durch die die anstehenden Böden baulich bewegt und entweder zur Wiedernutzung seitlich zwischengelagert bzw. zur Verwertung oder Entsorgung abgefahren werden, ist eine alleinige Beprobung der obersten 10 cm bzw. obersten 35 cm nicht zielführend, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass später auch andere Böden aus tieferen Schichten oberflächennah wieder eingebaut werden.

Im südöstlichen Bereich, den ehemaligen Gleisanlagen (Flurstücke 172 und 100), stehen an der GOK noch die Gleisschotter an, so dass hier eine spätere Nutzung der z. Zt. an der Oberfläche anstehenden Böden als Unter- und Oberböden ausgeschlossen werden kann. Die Untersuchungen beziehen sich hier in erster Linie auf die Prüfung der Verwertungsmöglichkeiten zum Einbau unterhalb der durchwurzelbaren Schicht bzw. des Erfordernisses einer Entsorgung.

Das nachfolgend vorgeschlagene Untersuchungsprogramm lehnt sich an das Vorgehen der BBodSchV an. Auf 20 m * 30 m großen Teilflächen werden die Böden bis 2,0 m unter GOK beprobt und untersucht. Dies ist die maximale Tiefe, in der unseres Erachtens mit Bautätigkeiten zur Herstellung der Ver- und Entsorgung sowie der Gebäude zu rechnen ist.

Innerhalb der ausgewiesenen Teilflächen werden rasterförmig 15 Einstiche in Abständen von jeweils 5 m vorgenommen und tiefenorientierte Mischproben zur Analytik vorbereitet. Sofern die örtlichen Gegebenheiten bei der Probenahme zeigen, dass die Auffüllungen in den zu beprobenden Tiefenhorizonten zu heterogen für eine Mischprobenherstellung sind, werden weitere Teilproben entnommen. Mit der ersten Tiefe soll der humose Oberboden erfasst werden. Die beiden tieferen Schichten dienen der Untersuchung des anstehenden Unterbodens. Die tatsächlichen Mächtigkeiten der beprobten Schichten richten sich u. a. auch nach dem bei der Ausführung angetroffenen Schichtenaufbau. Es sollen zumindest 3 Tiefenbereiche beprobt werden.



4.2 Bodenluft

Nach den vorliegenden Daten muss für die geplanten Baumaßnahmen in den anstehenden Auffüllungen und natürlich gewachsenen organikhaltigen Teichsedimenten mit der Bildung von Methan gerechnet werden, so dass zumindest passive Schutzmaßnahmen an den Gebäuden einzuplanen sind. Die bisher vorliegenden Ergebnisse sind nicht ausreichend, um die Fläche insgesamt zu beurteilen. Es sollen verdichtende Untersuchungen ausgeführt werden, um die Datengrundlage zu erhöhen.

4.3 Boden – Wasser

Mit Ausnahme des südöstlichen Sportplatzbereiches (Flurstück 158, Bolzplatz) und der westlichen Flurstücke 77, 82, 83 liegen von den weiteren Flächen nur in geringer Dichte Aufschlüsse und Untersuchungsergebnisse vor.

Die geplante Bebauung kann die zur Zeit bestehende Gefährdungssituation, aus der sich kein unmittelbarer Handlungsbedarf ergibt, durch folgende Einflüsse verändern:

Die beabsichtigte Versickerung des Oberflächenwassers führt regional zu einem Aufstau des innerhalb der Auffüllungen anstehenden Stauwassers und zu einer Änderung der bisherigen Abflussrichtung oder es werden zusätzliche bzw. andere Schichten als bisher durchströmt. Hieraus kann eine veränderte Mobilisierung von Schadstoffen herrühren.

Es muss davon ausgegangen werden, dass die Tiefgründungen der Gebäude bis in die tragenden Schichten unterhalb der Auffüllungen und ehemaligen Teichsedimente zu führen sind. Hierdurch werden bisher den tieferen Grundwasserleiter schützende Schichten durchörtert, wodurch neue Wegigkeiten geschaffen werden können.

Um die Risiken für die bisher nicht ausreichend untersuchten Bereiche abschätzen zu können, sind Untergrunderkundungen erforderlich. Diese werden gleichzeitig zur Erkundung der Bodenluftzusammensetzung genutzt.

4.4 Baugrund

Die meisten Aufschlüsse wurden bis in die natürlich gewachsenen Schichten unterhalb der Auffüllungen geführt. Die Mächtigkeiten, in der dabei die natürlich gewachsenen Schichten aufgeschlossen wurden, reichen nicht aus, um Aussagen zu deren Tragfähigkeit zu machen. In einigen Bereichen fehlen vollständig Aussagen zur Mächtigkeit der aufgefüllten Schichten, da entweder die Altbohrungen nicht tief genug ausgeführt wurden oder gar keine Aufschlüsse vorliegen. Es fehlen gesicherte Erkenntnisse, in welchen Tiefen mit tragfähigen Böden gerechnet werden kann.



Die Aufschlüsse werden zusätzlich dazu genutzt, das im Untergrund anstehende Wasser hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität zu untersuchen, um diesbezüglich ggf. bestehende Erschwernisse bewerten zu können.

Um die wasserführenden Schichten unterhalb der Auffüllung vor potenziellen Schadstoffeinträgen aus den Auffüllungen zu schützen, werden die Aufschlüsse nach Abschluss durch Einbringen einer Tonsuspension abgedichtet.

4.5 Entwässerung

Eine ungebremste Ableitung des von versiegelten Flächen ablaufenden Niederschlagswassers in den nordöstlich parallel verlaufenden Gleisbach ist nicht möglich. Nach den ersten Planentwürfen zur Oberflächenentwässerung ist für die nördlichen tiefliegenden Flächen eine nach Norden gerichtete Entwässerung vorgesehen. Im Norden entlang des Gleisbaches verläuft hierzu ein offenes Gerinne, das im Nordwesten in ein Rückhaltebecken mündet. Aus dem Rückhaltebecken wird ein gedrosselter Abfluss in den Gleisbach zugelassen.

Je höher eine Versickerung entlang des Gerinnes und Rückhaltebeckens ist, umso kleiner wird das erforderliche Rückhaltvolumen und damit der Flächenverbrauch. Die Möglichkeit der Versickerung ist in erster Linie abhängig von der Durchlässigkeit der anstehenden Böden und dem Flurabstand zu den wassergesättigten Schichten. Des Weiteren ergibt sich eine Abhängigkeit von den örtlichen Schadstoffbelastungen, da diese ggf. mit dem zusätzlich versickernden Wasser mobilisiert werden können,

Im Bereich des vorgesehenen Gerinnes und der möglichen Flächen für die Rückhaltung liegen keine Untergrundaufschlüsse vor, die eine Bewertung zulassen.

5 Durchführung der Untersuchungen und Bewertungsgrundlagen

5.1 Allgemeines

Auf der Grundlage einer Preisanfrage wurden die Leistungen zu den Bohr- und Pegelbauarbeiten an die Grisar Bohrtechnik, Kronshagen, vergeben.

Auch die Leistungen der chemischen Analytik wurden auf der Grundlage einer Preisanfrage an das Laboratorium UCL Umwelt Control Labor Nord, Kiel, vergeben.

Bodenproben wurden aus dem Bohrstock aus definierten Tiefenbereichen entnommen. Es wurde jede Bodenschicht beprobt. Sofern eine Bodenschicht mächtiger als 1 m war, wurde diese über jeden Meter beprobt. Ausgewählte Proben wurden der chemischen Analytik zugeführt.

In den in Anlehnung an die BBodSchV ausgeführten flächigen Untersuchungen wurden in den Flächen EB1 bis EB3 aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Böden folgende drei Schichten als Mischproben beprobt: 0,0 m bis 0,4 m / 0,4 m bis 1,0 m / 1,0 m bis 2,0 m unter GOK. In der Fläche EB5 wurden die folgenden Schichten beprobt: 0,0 m bis 0,6 m / 0,6 m bis 1,4 m / 1,4 m bis 2,0 m unter GOK. Die aufgefüllten Schichten wurden beim einrammen des Bohrstockes verdichtet, so dass in dem 2 m langen Bohrstock nur noch zwischen 1,7 m und 1,2 m mit Boden gefüllt waren. Die Verdichtung des Bodens begann zu-
meist in Tiefen von 0,6 m bis 0,8 m unter GOK, so dass die obersten 0,6 m bis 0,8 m des im Bohrstock aufgeschlossenen Bodens in ihrem Aufbau weitgehend ungestört blieben. Die unteren 1,4 m bis 1,2 m wurden im Bohrstock auf 0,6 m bis 1,1 m zusammengepresst. Dies wurde bei der Entnahme der Einzelproben berücksichtigt.

Sofern die Zusammensetzung der Bodenluft untersucht werden sollte, wurde in das mit dem Rammgestänge hergestellte Bohrloch ein temporärer Pegel mit einer Filterstrecke von 1,0 m eingebaut. Der Durchmesser des Pegels betrug 1¼“ (ca. 32 mm). Nach oben hin wurde der Ringraum um den Pegel mit gequollenem Tonmineralgemisch abgedichtet. Die Dichtigkeit wurde durch den Einstau von Wasser überprüft, siehe Bild 1.



Bild 1: Abgedichteter Messpegel zur Bodenluftuntersuchung (Beispiel: KB12)

Sofern die Zusammensetzung des Bodenwassers untersucht werden sollte, wurde in das mit dem Rammgestänge hergestellte Bohrloch ein temporärer Pegel mit einer Filterstrecke von 1,0 m eingebaut. Der Durchmesser des Pegels betrug 1" (ca. 25 mm). Die Probenahme erfolgte mit einer Schlauchpumpe, siehe Bild 2.



Bild 2: Wasserprobenahme aus temporärem Pegel (Beispiel: B2)

Parallel zu den Kleinbohrungen B1 bis B5 wurden Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476 ausgeführt, DPH1 bis DPH5. Die Ergebnisse der Rammsondierungen werden jeweils neben den Profilen der Bohrungen dargestellt.

Bei der Rammsondierung wird ein Bohrgestänge mit definierter Spitze durch ein Fallgewicht in den Untergrund gerammt. Angegeben wird die Zahl der pro 10 cm Eindringtiefe benötigten Schläge. Diese geben einen Hinweis auf die Lagerungsdichte bzw. Festigkeit der im Untergrund anstehenden Bodenschichten. Dieses Maß ist für die Gründung von Bauwerken von Bedeutung.

Da der auf die Sondenspitze wirkende Widerstand des Bodens stark von der Zusammensetzung der Böden abhängig ist, werden normalerweise Angaben nur für definierte Bodenarten gegeben. Für die heterogen zusammengesetzten Auffüllungen können standardisierte Aussagen nicht getroffen werden.



Bodenauffüllungen sind im Allgemeinen nicht für die Gründung von Bauwerken geeignet. Wegen der Auffüllungen wurde mit der Bestimmung der Schlagzahlen erst in einer Tiefe von 5 m unter GOK begonnen. Die geringe Tragfähigkeit geht auch aus den Angaben zum Bohrvorgang bzw. der Beschaffenheit des Bohrgutes der Schichtenverzeichnisse hervor. Diese wird dort in vielen Schichten mit „leicht zu bohren“ bzw. bei bindigen Schichten mit „weich“ angegeben.

5.2 LAGA TR Boden und DepV

Die Technischen Regeln Boden (TR Boden) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)¹ regeln die Verwertung von Aushubböden. Hierzu werden für die in dem Regelwerk behandelten Parameter Zuordnungswerte festgelegt. Die Zuordnungswerte Z0, Z0*, Z1 und Z2 stellen die jeweils zulässigen Höchstkonzentrationen für die gleich lautenden Einbauklassen 0 bis 2 dar. Überschreiten einzelne Parameter die Zuordnungswerte Z2, dann ist eine Verwertung nicht mehr zulässig und der Boden muss einer geordneten Beseitigung zugeführt werden. Die Einbauklassen unterscheiden sich hinsichtlich der Einschränkungen, die gegenüber einer Verwertung bestehen bzw. hinsichtlich der technischen Schutzmaßnahmen, die für eine Verwertung erforderlich sind.

Ein uneingeschränkter Einbau ist zulässig, wenn die Z0-Zuordnungswerte nicht überschritten werden. Diese sind hinsichtlich der Bodenart (Sand/Lehm/Ton) gestaffelt angelegt. Hintergrund ist, dass aufgrund der natürlichen Prozesse der Bodenbildung Schadstoffe, hier insbesondere Schwermetalle und Arsen, in feinkörnigeren Böden in höheren Konzentrationen vorliegen als in grobkörnigeren. Von den natürlich bedingt höheren Konzentrationen feinkörniger Böden gehen bis zu den angegebenen Grenzen aber keine erhöhten Gefährdungen aus.

Die Einbauklasse 2 entspricht einer eingeschränkten Verwertung unter Anwendung technischer Sicherungsmaßnahmen. Einzelne Überschreitungen können zulässig sein. Die in den Fußnoten geregelten Ausnahmen und Hinweise werden in der den Anlagen jeweils beigefügten Tabellenlegende aufgelistet.

Insbesondere die TOC-Gehalte und Glühverluste - als Maß für den Gehalt an organischen Substanzen im Boden - überschreiten häufig die zugehörigen Zuordnungswerte Z2. Die gemessenen Gehalte sind dann dahingehend zu prüfen, ob es sich bei den organischen Substanzen um natürlich gebildete Substanzen handelt, die keine Herkunft aus Reststoffen haben, oder ob es sich um anthropogen eingebrachte organische Reststoffe handelt.

Die farblich hinterlegten Felder geben für jedes Analysenergebnis die Einstufung nach LAGA TR Boden wieder. Felder, in denen die angegebenen Konzentrationen farblich hervorgeho-

¹ Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln. Allgemeiner Teil mit Stand der Endfassung vom 06.11.2003, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, Kapitel 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand: 05.11.2004 und Teil III: Probenahme und Analytik, Stand: 05.11.2004



ben wurden, zeigen an, dass der Zuordnungswert Z2 des jeweiligen Parameters überschritten wird und eine Verwertung damit nicht möglich ist.

Die Beseitigung (Entsorgung) regelt die Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV)². Es werden in der DepV Zuordnungswerte für die Deponieklassen DK 0, DK I, DK II und DK III aufgeführt. Wie die Tabellen zeigen, liegen in der DepV als Zuordnungskriterien fast ausschließlich Eluatkonzentrationen vor. Für viele organische Parameter fehlen in der DepV entsprechende Zuordnungswerte. Für diese Stoffe besitzen die Entsorger Einzelzulassungen, d. h. die jeweiligen Entsorgungsanlagen können unterschiedliche Gehalte an diesen Stoffen annehmen, unabhängig davon, für welche Deponiekategorie diese Anlage zugelassen wurde. Die Einteilung in die Deponieklassen kann diesbezüglich letztendlich nur in direktem Kontakt mit den Entsorgern geklärt werden.

Die organischen Feststoffgehalte, gemäß der Bestimmung des TOC-Gehaltes und / oder des Glühverlustes, liegen in vielen Proben sehr hoch, so dass eine Einteilung nach DK II, DK III oder eine noch höhere Einstufung (Behandlung oder Untertagedeponie) erforderlich wäre. Die hohen organischen Feststoffgehalte sind in den ehemaligen Gewässersedimenten der Teiche durch natürliche Prozesse entstanden. Die Gewässersedimente der ehemaligen Teiche, bestehen aus Torfen und Mudden, die hohe organische Gehalte aufweisen. Diese sind für eine Einstufung nicht maßgeblich, weil diese organischen Substanzen mikrobiologisch schon weitgehend umgesetzt sind und verglichen mit organischen Abfällen nur mehr geringen Veränderungen unterliegen. Dies kann anhand der Eluatkonzentration an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) sowie des mikrobiologischen Umsatzes beurteilt werden. Für die Bestimmung des mikrobiologischen Umsatzes stehen 2 Methoden zur Verfügung: Zum einen die Bestimmung der Gasbildungsrate nach 21 Tagen (GB21) oder die Bestimmung der Atmungsaktivität innerhalb von 4 Tagen (AT4). Bei hohen TOC-Gehalten oder hohen Glühverlusten eines mineralischen Reststoffes werden die DOC-Konzentration des Eluates oder die GB21- bzw. AT4-Werte für die Einstufung maßgeblich.

Die Einstufungen der einzelnen Analysenergebnisse nach der DepV werden durch die Zahlenfarbe dargestellt. Schwarz in fetter Schrift steht für die DK 0 und türkis in fetter Schrift für die DK I usw. . Grün in fetter Schrift zeigt an, dass ein Einbau in der Rekultivierungsschicht der Oberflächenabdeckung oder Oberflächenabdichtung möglich ist.

² Deponieverordnung vom 27.04.2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 02.05.2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist.



5.3 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

Aufgrund der Vornutzung des Geländes mit der Verfüllung der ehemaligen Teiche und der Nutzung als Bahngelände sowie gewerblicher Nutzung stehen die Flächen unter einem Altlastverdacht. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)³ werden Vorgaben für die Untersuchung altlastverdächtiger Flächen und Maßstäbe für deren Bewertung aufgeführt. Hierfür werden im Anhang 1 der BBodSchV Anforderungen beschrieben, die an die Probenahme und Analytik zu stellen sind. Im Anhang 2 werden Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte aufgelistet. Die Untersuchung und Bewertung bezieht sich dabei auf zwei verschiedene Ebenen.

5.3.1 Altlastverdacht

Zum einen ist der Altlastverdacht im Sinne einer Gefahrenabwehr zu überprüfen. Hierfür stehen Maßnahmen- und Prüfwerte zur Verfügung. Die Maßnahmen- und Prüfwerte werden hinsichtlich verschiedener Wirkungspfade differenziert. Es sind dabei die Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden – Nutzpflanze (Tier - Mensch) und Boden – Wasser zu betrachten.

Werden die in der BBodSchV aufgeführten Maßnahmenwerte überschritten, ist der Altlastverdacht bestätigt. Werden die Prüfwerte überschritten, ist eine auf den Einzelfall bezogene Bewertung erforderlich, inwieweit weitergehende Maßnahmen zu ergreifen sind. Werden die Prüfwerte unterschritten, ist im Allgemeinen der Altlastenverdacht ausgeräumt.

Nach dem gemeinsamen Altlastenerlass des Innenministeriums und des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 (Amtsblatt für Schleswig-Holstein 2010 (Ausgabe 20. Dezember 2010) Gl. Nr. 6615.6) wird für sensible Nutzungen bezüglich des als Leitparameter für die gesamte Stoffgruppe der PAK verwendeten Benzo(a)pyrens ein Prüfwert von 1 mg/kg festgelegt (vgl. Kapitel 2.1.3.1 des Erlasses). Der Prüfwert soll für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitflächen gleichermaßen angesetzt werden. Es wird zur Zeit diskutiert, den Prüfwert zukünftig auf 0,5 mg/kg zu reduzieren.

Mit der geplanten Schaffung eines Allgemeinen Wohngebietes werden die Flächen einer sensibleren Nutzung zugeführt, als sie derzeit auf den Flächen erfolgt. Bei der geplanten neuen Nutzung der Fläche als Wohngebiet ist der direkte Kontakt Boden – Mensch der entscheidende zu bewertende Wirkungspfad.

Der Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze ist im vorliegenden Fall nicht von gleicher Relevanz wie der Wirkungspfad Boden - Mensch, da eine intensive gartenbauliche Nutzung in privaten

³ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24.02.2014 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist. Die BBodSchV wurde durch die Bundesregierung nach Anhörung der beteiligten Kreise auf Grund der §§ 6, 8 Abs. 1 und 2 und des § 13 Abs. 1 Satz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) vom 17.03.1999 (BGBl. I S. 502) verordnet.



Hausgärten zum Anbau von Obst und Gemüse nach den derzeit vorliegenden ersten Planungen nicht zu erwarten ist. Der Anbau von Nutzpflanzen für den Eigenbedarf wurde, sofern dieser für die Versorgung nicht von erheblicher Relevanz ist, bei der Festlegung der nutzungsbezogenen Prüfwerte des Wirkungspfad Boden – Mensch berücksichtigt. Da sich die Maßnahmen- und Prüfwerte des Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze für einige Parameter auf den pflanzenverfügbaren Anteil des im Boden vorhandenen Gesamtgehaltes beziehen, kann im Einzelfall für diese Parameter eine gesonderte Prüfung erforderlich sein.

Der Wirkungspfad Boden – Wasser wurde in den Untergrunderkundungen und chemischen Analysen der vorliegenden Altuntersuchungen maßgeblich betrachtet.

Zur Überprüfung des bestehenden Altlastenverdacht im Wirkungspfad Boden – Mensch sind gemäß der Tabelle 1, Anhang 1 der BBodSchV die nutzungsorientierten Bodentiefen 0 cm bis 10 cm (Kinderspielfläche sowie Park- und Freizeitanlagen) und 10 cm bis 35 cm (Wohngebiet mit Hausgärten) zu untersuchen.

5.3.2 Vorsorge

Mit der geplanten Schaffung eines Wohngebietes soll auf den bekannten Ablagerungsflächen eine sensiblere Nutzung erfolgen. Für diese neu geschaffene Nutzung der Flächen sind die Voraussetzungen so zu schaffen, dass von den im Untergrund vorhandenen oder verbleibenden Schadstoffen langfristig keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen können.

Gemäß dem Altlastenerlass des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 darf ein Bauleitplan nicht zu städtebaulichen Missständen oder Gefahren im Sinne des Ordnungsrechts bzw. nicht zu Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen im Sinne des BBodSchG führen oder sie sanktionieren. Der Bebauungsplan hat unterhalb dieser Schwelle Schutz zu gewährleisten (sogenanntes bauleitplanerisches Vorsorgeprinzip).

Da, wie im Kapitel 5.3.1 dargelegt, die Prüfwerte der BBodSchV den untersten Wert angeben, bei dessen Überschreitung eine schädliche Bodenveränderung nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, kann es im Sinne der planerischen Vorsorge sinnvoll sein, eine Unterschreitung der Prüfwerte anzustreben. Im Erlass heißt es hierzu, dass die Vorsorgewerte der BBodSchV im Gegensatz zu den Prüfwerten auf die Vermeidung des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen durch zukünftige Stoffeinträge ausgerichtet sind.

Aus der Nutzung des Bodens darf keine Gefahr für die Nutzer entstehen. Der Bauleitplan darf deshalb keine Nutzung vorsehen, die mit einer vorhandenen oder vermuteten Bodenbelastung auf Dauer unvereinbar und deshalb unzulässig wäre. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Träger der Bauleitplanung mit der Ausweisung von Bauland das Vertrauen erzeugt, dass die ausgewiesene Nutzung ohne Gefahr realisierbar ist. Insoweit besitzt der Bebauungsplan eine Verlässlichkeitsgrundlage für Eigentümer oder Bauwillige beim Erwerb von Grundstücken sowie bei der Errichtung oder den Kauf von Wohnungen.



Hierfür ist zu klären, ob eine Besorgnis besteht, dass trotz einer sachgemäßen Nutzung der Flächen zukünftig schädliche Bodenveränderungen in Bodentiefen entstehen können, die bei den Anwohnern zu Einschränkungen führen können.

Bei der Festlegung der Vorsorgewerte der BBodSchV wurde mit berücksichtigt, dass Schadstoffe zum Teil ubiquitär in der Umwelt vorhanden sind und z. B. über den Luftpfad bzw. auch durch eine sachgerechte Nutzung, wie z. B. durch Düngung auf Flächen eingetragen werden. Werden die Vorsorgewerte unterschritten, dann besteht nach derzeitigem Wissen bei einer der vorgesehenen Nutzung entsprechenden sachgerechten Bewirtschaftung der Flächen keine Besorgnis zukünftiger schädlicher Bodenveränderungen. Werden die Vorsorgewerte überschritten, dann ist diese Besorgnis nicht von vorneherein auszuschließen.



6 Sport- und Bolzplatz (Flurstück 158)

6.1 Nutzung und Bestand

Auf dem rechteckigen Flurstück, dessen Längsachse sich in Nordwest – Südost - Richtung ausrichtet, befinden sich verschiedene Sportanlagen mit Nebengebäuden des Vereins VfB Nordmark e. V., Mühlendamm 11, vgl. hierzu auch den Lageplan der Anlage 2.1:

- Im äußersten zum Mühlendamm hin liegenden Nordwesten befindet sich eine Tennisanlage mit Nebengebäude.
- Südöstlich der Tennisanlage schließt sich ein Sportplatz (Fußballplatz) an.
- Dieser geht nach Südosten in einen Bolzplatz über, vgl. Bild 3.
- Südwestlich des Sport- und Bolzplatzes liegen verschiedene Gebäude (Gastraum, Dusch- und Umkleideräume), vgl. Bild 3.

Von den Flächen des Untersuchungsraumes liegt das Flurstück 158 am niedrigsten. Die Höhen der Ansatzpunkte liegen hier zwischen +13,76 mNN (EB1/2 und KB11) und +14,06 mNN (EB2/1).

Der Sport- und Bolzplatz wird von Böschungen eingerahmt, vgl. Bild 4. Nach Nordosten fällt das Gelände zum Bahngraben hin ab. Nach Südwesten und Südosten hin steigt das Gelände um ca. 3 m an.

Die zum Graben hin abfallende nordöstliche Böschung gehört zum den Bahngraben umgebenden Flurstück und liegt außerhalb des Untersuchungsraumes. Die südwestlichen und südöstlichen Böschungen gehören zum betrachteten Flurstück 158.

Entlang der nordwestlichen, nördlichen und nordöstlichen Flurstücksgrenze ist ein reihig angeordneter hoher Baumbestand vorhanden. Gleiches gilt für die südwestliche Böschung. Der Sport- und Bolzplatz sowie die grasbewachsenen Böschungen und Flächen werden regelmäßig gemäht. Die baumbestandenen Bereiche werden überwiegend sich selbst überlassen.

Die Oberflächen des Sport- und Bolzplatzes unterscheiden sich grundlegend. Während der Sportplatz eine geschlossene Rasendecke aufweist, vgl. Bild 5. Ist der Bewuchs im Bereich des Bolzplatzes stellenweise sehr schütter und der steinreiche mit Ziegelresten versehene Boden steht offen, vgl. Bilder 3 und 4. Der grasbewachsene Sportplatz weist flächig eine 30 cm mächtige humose Oberbodenschicht auf.



Bild 3: Blick von SO nach NW, Bolzplatz, im Hintergrund der Sportplatz, Fläche EB3



Bild 4: Blick von NW nach SO, Bolzplatz, im Hintergrund SO-Böschung zum Flurstück 82



Bild 5: Blick von Südwest nach Nordost über den Sportplatz mit dem Ansatzpunkt B1, im Hintergrund ist der Baumbestand zu erkennen

6.2 Ausgeführte Untersuchungen

Die Untergrundaufschlüsse wurden auf den Flächen des Sport- und Bolzplatzes ausgeführt. Im Bereich der Tennisanlage stehen zwei zu Pegeln ausgebaute Altaufschlüsse, P11 und P12, zur Verfügung, siehe Anlage 2.1.

Auf dem **nördlichen Teil des Flurstückes 158**, dem Sportplatz (Fußballfeld), wurden folgende Untersuchungen ausgeführt, vgl. Anlage 2.1:

- 4 Kleinbohrungen (KB1 bis KB4) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen.
- 2 Kleinbohrungen (B1 und B2) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen sowie der unterhalb anstehenden natürlich gewachsenen Bodenschichten.
- Einrichten eines temporären Bodenluftpegels in der Kleinbohrungen KB1 zur Untersuchung der Bodenluftzusammensetzung im Gelände, Entnahme einer Bodenluftproben und Analyse auf leichtflüchtige Schadstoffe.



- Einrichten eines temporären Wasserpegels in der Kleinbohrung B2 zur Messung der vor Ort Parameter und zur Entnahme einer qualifizierten Wasserprobe für die chemische Analytik zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität.
- Durchführen von rasterförmigen Kleinbohrungen auf zwei 600 m² großen Teilflächen EB1 und EB2 (Flächengröße 20 m x 30 m mit 15 Einstichen in Abständen von jeweils 5 m als 2 m tiefe Rammkernsondierungen) zur Entnahme teufenorientierter Mischproben zur Untersuchung der Zusammensetzung der Auffüllungen hinsichtlich ihrer Eignung als Unter- oder Oberböden (Wiedereinbau) oder der Möglichkeit der externen Verwertung bzw. des Erfordernisses einer Entsorgung.
- Es wurden 19 Bodenproben ausgewählter Schichten der Kleinbohrungen zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung oder zur Feststellung der Eignung als Ober- bzw. Unterböden für die vorgesehene Nutzung entnommen.
- Durchführung von 2 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH1 und DPH2) parallel zu den Kleinbohrungen B1 und B2.
- Entnahme von 5 Bodenproben zur Bestimmung bodenphysikalischer und bodenmechanischer Kennwerte.

Auf dem **südlichen Teil des Flurstückes 158**, dem Bolzplatz, wurden folgende Untersuchungen ausgeführt, vgl. Anlage 2.1:

- 3 Kleinbohrungen (KB5, KB9 und KB10) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen
- 1 Kleinbohrung (B3) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen sowie der unterhalb anstehenden natürlich gewachsenen Bodenschichten.
- Einrichten von 3 temporären Bodenluftpegeln in den Kleinbohrungen KB5, KB9 und KB10 zur Untersuchung der Bodenluftzusammensetzung im Gelände, Entnahme einer Bodenluftproben und Analyse auf leichtflüchtige Schadstoffe.
- Einrichten von 2 temporären Wasserpegeln in den Kleinbohrungen KB5 und KB9 zur Messung der vor Ort Parameter und zur Entnahme einer qualifizierten Wasserprobe für die chemische Analytik zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität.
- Durchführen von rasterförmigen Kleinbohrungen auf einer 600 m² großen Teilflächen EB3 (Flächengröße 20 m x 30 m mit 15 Einstichen in Abständen von jeweils 5 m als 2 m tiefe Rammkernsondierungen) zur Entnahme teufenorientierter Mischproben zur Untersuchung der Zusammensetzung der Auffüllungen hinsichtlich ihrer Eignung als Unter- oder Oberböden (Wiedereinbau) oder der Möglichkeit der externen Verwertung bzw. des Erfordernisses einer Entsorgung.
- Es wurden 9 Bodenproben ausgewählter Schichten der Kleinbohrungen zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung oder zur Feststellung der Eignung als Ober- bzw. Unterböden für die vorgesehene Nutzung entnommen.



- Durchführung von 1 Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH3) parallel zu den Kleinbohrungen B3.
- Entnahme von 3 Bodenproben zur Bestimmung bodenphysikalischer und bodenmechanischer Kennwerte.

6.3 Ergebnisse der Bodenaufschlüsse

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse zeigen die Anlagen 2.2 und 2.3 in Form der Schichtenverzeichnisse und der Profildarstellungen des Bohrunternehmens. In der Anlage 2.4 werden zwei aus den verfügbaren Aufschlüssen angefertigte Schnitte dargestellt. Die Schnittführung zeigt die Anlage 2.1.

Im Ansatzpunkt P11 liegt die Mächtigkeit der aufgefüllten Schicht bei ca. 1,2 m und im nördlich davon gelegenen P12 bei ca. 4,6 m. Die im P12 in einer Tiefe von 1,6 m bis 4,6 m als Geschiebelehm angesprochene Schicht ist trotz fehlender organoleptischer Merkmale als aufgefüllt zu charakterisieren, da eine natürliche Ablagerung von Geschiebelehm oberhalb der als ehemalige Teichsedimente anzusehenden Mudde-Schichten unwahrscheinlich ist.

Nach Südosten steigt die Mächtigkeit der aufgefüllten Schichten auf 9,0 m bis 14,6 m an. Maximale Mächtigkeiten wurden in den Aufschlüssen KB5 mit 11,5 m (nördliche Schnittebene) und 13,7 m (KB3) bzw. 14,6 m KB9 erbohrt (südliche Schnittebene).

Der gewachsene Untergrund unterhalb der aufgefüllten Schichten wechselt. In der nördlich verlaufenden Schnittebene besteht der natürlich gewachsene Untergrund vom Aufschluss P12 bis zur Bohrung KB5 aus organikreichen Mudde- und Torf-Schichten. Weiter nach Südosten steht unterhalb der Auffüllung anstelle der Mudde- und Torfschichten Geschiebemergel an (Aufschlüsse P9 bis P5). Zusammen mit dem Wechsel der an der Basis der aufgefüllten Schichten anstehenden natürlich gewachsenen Schichten nimmt auch die Mächtigkeit der aufgefüllten Schicht deutlich ab (Auffüllungsmächtigkeit KB5 11,5 m und P9 6,4 m).

In der südlichen Schnittebene stellen sich die Verhältnisse anders dar. Im zentralen nördlichen Bereich fehlen die Mudde- und Torf-Schichten (Bohrungen B1 und KB3), die weiter nördlich noch vorhanden sind. Es steht hier unterhalb der aufgefüllten Schichten Geschiebemergel an. Im südlichen Abschnitt, wo weiter nördlich der Geschiebemergel direkt unterhalb der Auffüllung ansteht, stehen in der südlichen Schnittebene an der Basis Mudde-Schichten an (KB9 bis B1(1999)). In der Bohrung KB9 wurde mit 14,6 m die höchste Mächtigkeit der aufgefüllten Schichten erbohrt.

Teilweise ist es schwer zu unterscheiden ob eine Schicht an der Basis noch aufgefüllt ist oder schon natürlich gewachsen. Zum Beispiel ist die Mudde-Schicht an der Basis des Aufschlusses KB1 stark mit Kies und Fremdbestandteilen (Ziegel, Glas, Keramik, Holz) durchsetzt. Die Zusammensetzung ist aber so, wie man es sich bei einem Gewässersediment vorstellen kann, in das weggeworfene Reststoffe eingebunden sind. Deshalb wurde die Schicht



als natürlich gewachsenes Gewässersediment bezeichnet, welches mit anthropogen eingebrachten Reststoffen durchsetzt ist. Anders verhält es sich in der untersten Schicht der Bohrung KB3. Der dort angesprochene Geschiebemergel unterscheidet sich von seiner Ausprägung im Bohrstock nicht wesentlich von dem weiter oberhalb liegenden, aufgefüllten Geschiebemergel. Die Zuordnung als natürlich gewachsene Schicht erfolgte in erster Linie wegen der Tiefenlage und der nachgewiesenen Mächtigkeit der aufgefüllten Schichten in den benachbarten Aufschlüssen.

Die Art der aufgefüllten Schichten weist zwischen dem nördlichen (Sportplatz) und südlichen Bereich (Bolzplatz) deutliche Unterschiede auf. Im nördlichen Bereich wurden überwiegend Bodenmaterialien zur Verfüllung des Teiches abgelagert, die keine oder nur im geringen Umfang mit mineralischen (Ziegel, Keramik, Schlacke) und nichtmineralischen (Glas, Metall, Kunststoff, Holz) Fremdbestandteilen durchsetzt sind. Ausnahme bilden hier die beiden Bohrungen B2 und KB4. In der Bohrung KB4 wurden in fast allen Schichten Ziegelreste und Schlacken vorgefunden. Im südlichen Bolzplatzbereich überwiegen z. T. stark mit mineralischen und nichtmineralischen Fremdbestandteilen durchsetzte Bodenablagerungen. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in den Ergebnissen der chemischen Analysen wieder.

6.4 Ergebnisse der chemischen Analysen

6.4.1 Auffüllung (Schadstoffpotential)

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zur Bewertung des Schadstoffpotentials liegen tabellarisch zusammengefasst in der Anlage 2.5 vor. Die Prüfberichte des Laboratoriums UCL liegen dem Bericht in der Anlage 6 bei.

Die analysierten Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen werden in den Tabellen den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden und der DepV gegenübergestellt. Im Kapitel 5.1 werden die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden und DepV erläutert.

Liegen die Analysenergebnisse unterhalb der Z0-Werte der LAGA TR Boden, d. h. die Felder weisen keinen farblichen Hintergrund auf und die Konzentrationen sind nicht fett oder farbig gedruckt, dann weisen die Ergebnisse keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Feststoffgehalte oder der Eluatkonzentrationen auf. Böden dieser Art können überall ohne Risiko frei eingesetzt werden.

Werden die Felder farblich markiert oder sind die Konzentrationsangaben fett und farblich dargestellt, liegen hinsichtlich der Schadstoffe erhöhte Gehalte oder Konzentrationen vor.

Es ist deutlich eine Trennung zwischen den Proben aus dem nördlichen Bereich des Fußballplatzes und den Proben aus dem südlichen Bereich des Bolzplatzes zu erkennen.

Auf der Anlage 2.5, Seite 1 werden die Ergebnisse der oberflächennah entnommenen Mischproben dargestellt. Die Flächen EB1 und EB2 wurden auf dem Fußballfeld des Sport-



platzbereiches angelegt, vgl. die Lage in Anlage 2.1. Die Fläche EB3 liegt im Bereich des südlichen Bolzplatzes. Die Analysenergebnisse der 6 Mischproben der Flächen EB1 und EB2 sind komplett unauffällig. Die Analysenergebnisse der Mischproben der Fläche EB3 sind in allen drei Untersuchungstiefen auffällig. In der obersten untersuchten Schicht (von GOK bis 0,4 m unter GOK) liegen nur geringfügige Überschreitungen im Feststoff für die Parameter Kupfer und Zink vor. In den beiden aus 0,4 m bis 1,0 m unter GOK und 1,0 m bis 2,0 m unter GOK entnommenen Mischproben weisen die Feststoffgehalte fast aller untersuchten Schwermetalle Auffälligkeiten auf. Ausnahme stellen die Parameter Chrom, Thallium und in der Probe EB3/2 auch Quecksilber dar. Zusätzlich sind die Feststoffgehalte der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) erhöht. Das Eluat weist nur in einer Probe Auffälligkeiten auf. Im Eluat der Probe EB3/3 waren die Leitfähigkeit und die Sulfat-Konzentration erhöht.

Auf den Seiten 2 und 3 der Anlage 2.5 werden die Ergebnisse der Proben aus den Bohrungen der nördlichen Sportplatzfläche dargestellt. Auch hier weisen nur wenige Proben Auffälligkeiten auf, siehe B2/6 und KB4/7. In diesen beiden Proben sind mit Ausnahme des Parameters Thallium Arsen und alle Schwermetalle im Feststoff erhöht enthalten. Darüber hinaus ist in der Probe B2/6 der Gehalt an Mineralölkohlenwasserstoffen leicht und in der Probe KB4/7 der Gehalt an PAK stärker erhöht. Beide Proben stammen aus den wenigen Schichten, die im nördlichen Sportplatzbereich mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile (Reststoffe) in erhöhtem Maße enthielten. Beide Bohrungen liegen am nordöstlichen Grundstücksrand, vgl. Schnitt A – A in Anlage 2.4.

In diesen beiden Proben ist der Gehalt an organischer Substanz sehr hoch. Auffallend ist, dass der nach dem Glühverlust bestimmte Gehalt niedriger ist, als der TOC-Gehalt. Wenn der Kohlenstoff-Gehalt aus „normaler“ organischer Substanz (wie z. B. Gartenabfälle, Essensreste, Kunststoff, Papier) besteht, müsste der Glühverlust immer höher als der TOC-Gehalt sein, weil in organischer Substanz der Kohlenstoff (C) in etwa 50 % der Gesamtmasse ausmacht. Rechnerisch müsste der Glühverlust demnach in etwa doppelt so hoch sein wie der TOC-Gehalt. Wegen der Differenz wurde zusätzlich an diesen Proben der elementare Kohlenstoff bestimmt. Vom TOC-Gehalt liegen erhebliche Anteile als elementarer Kohlenstoff vor (Probe B2/6 17,7 Gew.-% von 19,3 Gew.-% und Probe KB4/7 11,3 Gew.-% von 12,6 Gew.-%). Dies kann auf die in den Schichten angesprochene Schlacke zurückgeführt werden. Der elementare Kohlenstoff wird bei den im Versuch zur Bestimmung des Glühverlustes angewendeten Temperaturen von 550 °C nicht komplett aufgeschlossen. Im TOC-Versuch werden die Proben Temperaturen über 1.100 °C ausgesetzt.

Auf der Seite 4 der Anlage 2.5 werden die Analysenergebnisse für die auf der südlichen Bolzplatzfläche entnommenen Proben dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit Ausnahme von zwei Proben (B3/3 und KB9/8+9) alle 7 anderen Proben z. T. deutliche Auffälligkeiten aufweisen. Neben einer Vielzahl von Schwermetallen liegen insbesondere Auffälligkeiten



ten für die PAK vor. Wie bereits im Kapitel 6.3 beschrieben, wiesen die aufgefüllten Schichten überwiegend deutliche Anteile an anthropogenen Fremdbestandteilen auf. Hierzu gehörten Ziegelbruch, Schlacken, Keramik, Glas, Metall, Gummi und Holz. In den Proben mit besonders großen Auffälligkeiten lagen die organischen Gehalte wie in den oberflächennahen Mischproben der Fläche EB3 sehr hoch. Auch hier sind unseres Erachtens die hohen Gehalte in vielen Fällen auf die Schlacken zurückzuführen, die in fast allen Schichten mit anthropogenen Beimengungen angetroffen wurden.

Bemerkenswert ist, dass die Eluate hinsichtlich der Arsen- und Schwermetallkonzentrationen trotz der z. T. deutlich erhöhten Feststoffgehalte unauffällig sind. Erhöhte Messwerte betreffen die elektrische Leitfähigkeit und die Sulfat-Konzentrationen. Dies kann unseres Erachtens mit den alkalischen Milieubedingungen der aufgefüllten Bodenschichten erklärt werden. In allen Eluaten wurden pH-Werte über pH 7 gemessen. Der niedrigste pH-Wert lag bei pH 7,5 (EB1/1), der höchste bei pH 9,2 (KB3/3). Unter diesen alkalischen Milieubedingungen liegen Arsen und die Schwermetalle in nur sehr schwer löslichen Verbindungen vor.

6.4.2 Auffüllung (Eignung BBodSchV)

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zur Bewertung der Eignung des oberflächennah anstehenden Bodens zur Herstellung eines Wohngebietes liegen tabellarisch zusammengefasst in der Anlage 2.6 vor.

Wie die tabellarische Zusammenstellung verdeutlicht, werden in fünf der neun Proben Vorsorgewerte überschritten (fette Schrift). In nur einer Probe (EB3/3) werden zusätzlich auch einzelne Prüfwerte überschritten (farbig markierte Felder). Im Bereich des Fußballplatzes beschränken sich die Überschreitungen der Vorsorgewerte auf zwei Proben (EB1/1: Quecksilber und EB2/2: Nickel). In allen drei Proben des Bolzplatzes (EB3/1 bis EB3/3) werden die Vorsorgewerte von verschiedenen Parametern überschritten. In der Probe 3/3 überschreiten die Feststoffgehalte der Schwermetalle Blei und Cadmium auch die Prüfwerte für Kinderspielflächen (Blei) und Wohngebiete (Cadmium). Gemäß dem Altlastenerlass des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 wird auch der für Kinderspielflächen, Wohngebiete und Park- und Freizeitflächen anzusetzende Prüfwert für Benzo(a)pyren von 1 mg/kg TS überschritten.

6.4.3 Bodenluft

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen liegen in der Anlage 2.7 vor.

Im nördlichen Sportplatzbereich wurde im Ansatzpunkt KB1 ein temporärer Pegel zur Untersuchung der Bodenluft eingerichtet. Der Filter des Pegelrohres wurde in einer Tiefe von 1,0 m bis 2,0 m unter GOK eingebaut. Nach Abschluss der Kleinbohrung wurde im Bohrloch eine Wasserspiegel von 3,6 m unter GOK gemessen, vgl. auch Tabelle 1.



Die Saugpumpe wurde mit einem Förderstrom von 2 l/min betrieben. Die Bodenluft wurde insgesamt über 17 Minuten abgesaugt und die Konzentrationen der Hauptbestandteile Sauerstoff, Kohlendioxid, Methan und Schwefelwasserstoff wurden vor Ort gemessen. Im Anschluss wurde eine Bodenluftprobe (2 Liter) über ein Aktivkohleröhrchen gesogen. Die Aktivkohle wurde anschließend im Labor auf die Komponenten einkernige Aromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzole und Xylole u.a. (BTEX)) und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) untersucht.

Tabelle 1: Ausbaudaten und Kennwerte der Bodenluft-Probenahme, Flurstück 158

Pegel	Filter-OK	Filter-UK	Wasser- spiegel	Föder- strom	Pumpdauer	Förder- volumen
Bez.	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	l/min	min	l
KB1	1,0	2,0	3,60	2,0	17	34
KB5	2,0	3,0	3,50	2,0	19	38
KB9	2,0	3,0	3,45	2,0	16	32
KB10	1,8	2,8	2,90	2,0	23	46

Die Ergebnisse der während der Absaugung vor Ort und im Labor gemessenen Parameter zeigt die Tabelle 2. Dabei werden für die vor Ort gemessenen Parameter die Messwerte wenige Minuten nach Beginn der Absaugung (mit A bezeichnet) und vor Beendigung bzw. zur Probenentnahme (mit E bezeichnet) angegeben.

In der Bodenluft des Ansatzpunktes KB1 konnten geringe Methan-Konzentrationen nachgewiesen werden. Die Sauerstoff-Konzentration und die Kohlendioxid-Konzentration lagen in gleicher Größenordnung (12,7 Vol.-% und 12,4 Vol.-%).

Im südlichen Bereich des Bolzplatzes wurden die Ansatzpunkte KB5, KB9 und KB10 mit temporären Pegeln zur Untersuchung der Bodenluft ausgestattet. Der Ausbau und die Kennwerte der Probenahme werden ebenfalls in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Aus den Pegeln der Ansatzpunkte KB9 und KB10 wurden im Anschluss an die Vor-Ort-Messungen Bodenluftproben (2 Liter) über ein Aktivkohleröhrchen gesogen und im Labor auf die Komponenten BTEX und LCKW untersucht. Die Untersuchungsergebnisse zeigt die Tabelle 2.



Tabelle 2: Bodenluftzusammensetzung Vor-Ort- und Labormessung, Flurstück 158

Pegel	Sauerstoff	Kohlen- dioxid	Methan	Schwefel- wasserstoff	PID	∑- BTEX	∑- LCKW
Bez.	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
KB1-A	12,7	14,6	3,5	0,0	--	--	--
KB1-E	12,7	12,4	3,5	0,0	k. M.	n. B.	n. B.
KB5-A	14,8	5,6	0,0	0,0	--	--	--
KB5-E	8,6	22,5	0,0	0,0	3,44	k. M.	k. M.
KB9-A	9,6	1,74	37,5	0,0	--	--	--
KB9-E	6,5	3,45	63,0	0,0	4,00	4,7	n. B.
KB10-A	4,0	0,37	38,3	0,0	--	--	--
KB10-E	0,0	0,0	12,3	0,0	1,35	4,9	n. B.

k. M. – keine Messung; n. B. – nicht bestimmbar, Konzentration liegt unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze

Nur im Ansatzpunkt KB5 konnte kein Methan in der Bodenluft analysiert werden. Im Messpunkt KB9 wurde eine extrem hohe Methan-Konzentration festgestellt (63,0 Vol.-%). Die Konzentration stieg dabei während der Absaugung kontinuierlich an, während der Sauerstoffgehalt zurückging. Im Messpunkt KB10 wurden zur Probenentnahme 12,3 Vol.-% Methan in der Bodenluft nachgewiesen. Hier nahmen die Konzentrationen mit Beginn der Absaugung zunächst deutlich ab. Vor der Probenentnahme stabilisierten sich die Methan-Konzentrationen.

6.4.4 Bodenwasser

Bodenwasser konnte zur Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität der im Untergrund anstehenden Wässer aus den Ansatzpunkten B2, KB5 und KB9 entnommen werden. Versuche an weiteren Ansatzpunkten mussten wegen zu geringer Wasserzuläufe abgebrochen werden.

In der Tabelle 3 werden die Kennwerte der Probenentnahme aufgelistet. Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über die vor Ort während der Wasserförderung bestimmten Parameter und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen. Dabei werden für die vor Ort gemessenen Parameter wie bei der Bodenluftuntersuchung die Messwerte wenige Minuten nach Beginn des Abpumpens (mit A bezeichnet) und vor Probenentnahme (mit E bezeichnet) angegeben.



Tabelle 3: Ausbaudaten und Kennwerte der Wasser-Probenahme, Flurstück 158

Pegel	Filter-OK	Filter-UK	Wasser- spiegel	Föder- strom	Pumpdauer	Förder- volumen
Bez.	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	l/min	min	l
B2	5,0	6,0	3,5	2,0	23	45
KB5	4,0	5,0	3,5	2,0	20	40
KB9	4,3	5,3	3,5	2,0	20	40

Tabelle 4: Ergebnisse der Wasseranalytik Vor-Ort- und Labormessung, Flurstück 158

Pegel	Temperatur	pH- Wert	Leitfähigkeit	RedOx- Wert	Sauer- stoff	Beton- aggressivität	Stahlag- gressivität
Bez.	°C	pH	µS/cm	mV	mg/l	--	--
B2-A	10,1	6,9	533	-123	0,5	--	--
B2-E	10,2	6,9	553	-102	0,3	< XA1	+5,0
KB5-A	10,8	7,6	414	-150	0,7	--	--
KB5-E	10,7	7,6	419	-174	0,7	< XA1	+2,5
KB9-A	10,7	7,3	441	-222	0,5	--	--
KB9-E	10,4	7,3	463	-216	0,5	< XA1	+4,0

Die vor Ort gemessenen Parameter schwankten während der 20minütigen Förderung nur geringfügig. Gegenüber den im Labor im Eluat der Feststoffproben bestimmten pH-Werten waren die im Wasser vor Ort gemessenen pH-Werte niedriger. Die Unterschiede betragen ca. 0,6 bis 1,0.

6.5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

6.5.1 Korngrößenverteilung

An fünf Proben wurden die Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 durch eine kombinierte Sedimentation und Nasssiebung bestimmt (vgl. Anlage 2.9). Die Ergebnisse zeigt die nachfolgende Tabelle 5.



Tabelle 5: Korngrößenverteilungen

Bohrung	Bezeichnung	Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m]	Ton + Schluff [%]	Sand [%]	Kies [%]	Bodengruppe nach DIN 18196	Ungleichförmigkeit C_u
KB1	Auffüllung aus Geschiebelehm	002	0,7 – 2,0	42,6	47,2	10,3	(UL)	nicht bestimmbar
B1	Geschiebelehm	034	13,4 – 14,5	37,0	51,3	10,7	SU*	95,2
B2	Geschiebemergel	047	11,2 – 14,0	62,5	32,5	5,0	TL	nicht bestimmbar
B2	Geschiebemergel	050	14,0 – 16,0	42,5	49,1	8,4	(UL)	nicht bestimmbar
KB9	Mudde	116	14,6 – 16,0	84,5	15,2	0,3	(OU)	nicht bestimmbar

Die Korngrößenverteilungen sind typisch für die angetroffenen bindigen Böden. Die Geschiebeböden weisen eine sehr flach verlaufende Kurve auf. Es sind alle Bodenarten von Ton bis Kies enthalten.

Zur Einordnung bindiger Böden in die Bodengruppen der DIN 18196 sind Angaben zu den Konsistenzgrenzen erforderlich. Diese sind im Labor in gemischtkörnigen Böden mit hohen Sandanteilen nur schwer bestimmbar. Es wurden für die Eingruppierung der Proben, für die keine Laborwerte zur Verfügung standen, der im Gelände angesprochene Zustand zu Grunde gelegt und die Angaben in der Tabelle in Klammern gesetzt.

6.5.2 Wassergehalt

An sechs Proben wurden die Wassergehalte nach DIN 18121 bestimmt (vgl. Anlage 2.9). Die Ergebnisse zeigt die nachfolgende Tabelle 6.

Tabelle 6: Wassergehalte

Bohrung	Bezeichnung	Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m u. GOK]	w [%]
B1	Geschiebelehm	034	13,4 – 14,5	15,4
B2	Mudde	046	9,8 – 11,2	76,2
B2	Geschiebemergel	047	11,2 – 14,0	19,7
B3	Torf	075	9,7 – 10,7	170,0
B3	Geschiebemergel	076	11,0 – 12,0	13,9
KB9	Mudde	116	14,6 – 16,0	100,9

Die gemessenen Wassergehalte sind typisch für die untersuchten Böden. Die organogenen Böden weisen deutlich höhere Wassergehalte auf, als die gemischtkörnigen Geschiebeböden. Mudden und Torfe unterscheiden sich im Hinblick auf den Anteil mineralischer Substan-



zen. In Torfen überwiegt das organische Material, so dass in diesen Schichten der gebundene Wassergehalt noch deutlich über dem der Mudden liegt. Wegen der hohen Wassergehalte sind die organogenen Böden verdichtungsanfällig und als Baugrund nicht tragfähig.

6.5.3 Glühverlust

An einer Probe aus einer Mudde-Schicht wurde der Glühverluste nach DIN 18128 bestimmt (vgl. Anlage 2.9). Das Ergebnis zeigt die nachfolgende Tabelle 7.

Tabelle 7: Glühverlust

Bohrung	Bezeichnung	Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m u. GOK]	V _{gl} [%]
KB10	Mudde	116	0,0 -0 ,06	13,9

Er liegt mit 13,9 Gew.-% eher im unteren Bereich von Mudde-Schichten.

6.5.4 Konsistenzgrenzen

An insgesamt zwei Proben wurden die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 bestimmt (vgl. 2.9). Die Ergebnisse zeigt die nachfolgende Tabelle 8.

Tabelle 8: Konsistenzgrenzen

Bohrung	Bezeichnung	Proben-Nr.	Tiefe [m u GOK]	w [%]	W _L [%]	W _P [%]	I _P	I _C	Zustandsform
B1	Geschiebelehm	034	13,4 – 14,5	15,4	20,8	15,5	0,053	-0,031	flüssig
B2	Geschiebemergel	047	11,2 – 14,0	19,7	26,2	13,3	0,129	0,254	breiig

An Geschiebeböden lassen sich nur sehr schwer die Konsistenzgrenzen im Labor bestimmen. Durch den Sandgehalt werden im Labor zumeist deutlich schlechtere Zustandsformen bestimmt, als im Feld bei der direkten Bodenansprache. Dies hat sich auch bei den beiden im Labor untersuchten Proben bestätigt. Aus diesem Grund wurde darauf verzichtet weitere Laborversuche auszuführen. Nach der Ansprache im Feld ist die Zustandsform für den Geschiebelehm der Bohrung B1 als breiig und die des Geschiebemergels als breiig bis steif zu bezeichnen.

Die Ansprache im Gelände wird durch die Schlagzahlen der Untersuchungen mit der Rammsonde unterstützt. Diese lagen in der Geschiebelehmschicht zwischen 5 und 7 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe, vgl. Anlage 2.3. Die Schlagzahlen nehmen kaum mit der Tiefe zu. Im Geschiebemergel der Bohrung B2 wurden zunächst vergleichbare Schlagzahlen gemessen.



Mit zunehmender Tiefe nehmen die Schlagzahlen innerhalb der Geschiebemergel-Schicht deutlich zu und erreichen um die 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe.

6.6 Bewertung

6.6.1 Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden

Wie im Kapitel 5.2 erläutert, werden in der BBodSchV Prüfwerte und Vorsorgewerte genannt. Die für den Wirkungspfad Boden – Mensch genannten Prüfwerte dienen dazu, nutzungsspezifisch abgestufte Feststoffgehalte aufzulisten, anhand derer die mögliche Gefährdung abgeschätzt werden kann. Werden potentielle Gefährdungen festgestellt (Überschreitung der Prüfwerte), dann muss im Einzelfall geprüft werden, ob Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr getroffen werden müssen.

Anmerkung zur Grundlage der Bewertung: Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die untersuchten Teilflächen EB1, EB2 und EB3. Es liegen keine sichtbaren Hinweise darauf vor, dass die Teilflächen keinen repräsentativen Querschnitt des Sport- und Bolzplatzes widerspiegeln. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb der untersuchten Bereiche auch andere Belastungssituationen angetroffen werden können. Wichtig ist in diesem Zusammenhang eine entsprechende fachliche Begleitung der erforderlichen Baumaßnahme, durch die auffällige und weniger auffällige Bodenpartien voneinander getrennt werden können, vgl. hierzu auch die Ausführungen am Ende des Kapitels.

Eine Gefährdung für die derzeitige Nutzung (Sportplatz) kann nach den Analyseergebnissen ausgeschlossen werden. Alle Mischproben aus dem Tiefenhorizont Geländeoberkante bis 0,4 m unter GOK (EB1/1, EB2/1 und EB3/1) wiesen keine Überschreitungen der Prüfwerte auf. Überschreitungen der Prüfwerte wurden nur in der Probe des Bolzplatzes (EB3/3) aus 1,0 m bis 2,0 m unter GOK vorgefunden. Wegen der Tiefenlage ist diese Probe für die derzeitige Nutzung nicht maßgeblich.

Für die zukünftig in diesem Bereich geplante Wohnnutzung lassen sich die Ergebnisse wie folgt bewerten:

Die Regelwerke der LAGA TR Boden/DepV und der BBodSchV wurden hinsichtlich der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden angeglichen. Das heißt, werden die Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden in der jeweils zu betrachtenden Bodenart Sand, Lehm, Ton nicht überschritten, dann werden auch die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingehalten. Die uneingeschränkte Verwertung wie sie in der LAGA TR Boden beschrieben wird, ist damit auch hinsichtlich der nutzungsbezogenen Betrachtung der BBodSchV gegeben.

Gemäß den Ergebnissen der Mischprobenanalysen ist die Fläche des nördlichen Sportplatzes hinsichtlich der geplanten Nutzung als geeignet zu bezeichnen. Nur zwei Mischproben weisen geringfügige Überschreitungen des Vorsorgewertes für Sand auf (EB1/1 Quecksilber



mit 0,15 mg/kg TS bei einem Vorsorgewerte von 0,1 mg/kg TS und EB2/2 Nickel mit 17,6 mg/kg TS bei einem Vorsorgewert von 15 mg/kg TS). Diese geringfügigen Überschreitungen sind unseres Erachtens nicht maßgeblich, da auch in den oberflächennahen Schichten eine inhomogene Wechsellagerung aus eher sandigen Böden oder umgelagerten mergelartigen bindigen Böden bestand, so dass zumindest in den Mischproben unterhalb von 0,4 m unter GOK als Vergleichswerte auch die des Lehms herangezogen werden können.

Die obersten 0,3 m bis 0,4 m bestanden im Bereich des nördlichen Sportplatzes (Fußballfeld) aus humosem Oberboden, der zur späteren Andeckung in den unbefestigten Teilen wiederverwertet werden könnte.

Die im nördlichen Sportplatzbereich darunter anstehenden Böden sind trotz der aus chemischer Sicht bestehenden Unbedenklichkeit wegen der heterogenen Zusammensetzung und der mineralischen Fremdbestandteile für eine gärtnerische Nutzung in Hausgärten als ungeeignet anzusehen. In der Fläche EB1 wurde in vielen Einstichen in ca. 1,0 m Tiefe eine wenige Zentimeter mächtige Schlacke-Lage erbohrt. Im Ansatzpunkt EB1/1/4 wurde eine Schlacke-Schicht in einer Tiefe von ca. 1,8 m bis 2,0 m unter GOK erbohrt.

Im südlichen Sportplatzbereich (Fläche EB3) sind die in der oberflächennahen Schicht bis 0,4 m unter GOK analysierten Überschreitungen der Vorsorgewerte für Kupfer (25,1 mg/kg TS bei einem Vorsorgewert für Sand von 20 mg/kg TS) und für Zink (64,2 mg/kg TS bei einem Vorsorgewert für Sand von 60 mg/kg TS) auch als nicht so maßgeblich zu bewerten, als dass eine Nutzung für Wohnzwecke nicht möglich wäre. In den tieferen Schichten (bis 1,0 m und bis 2,0 m unter GOK) sind die Überschreitungen so erheblich, dass eine Nutzung zu Wohnzwecken auf den anstehenden Böden nicht möglich wäre, wenn diese oberflächennah in Tiefen bis 0,60 m unter GOK liegen würden. Es ist bei der Herstellung der Wohngebäude und der Straßen, Wege und Ver- und Entsorgungseinrichtungen dafür Sorge zu tragen, dass die anstehenden Böden nicht in den oberflächennahen Schichten verbleiben. Dies gilt in diesem Bereich auch wegen der deutlich höheren Anteile an mineralischen und nicht mineralischen Fremdbestandteilen.

Im Bereich des Bolzplatzes (südlicher Sportplatzbereich) fehlen humose Oberböden (vgl. Bild 3). Es stehen hier keine Böden zur Verfügung, die zur Wiederverwertung geeignet oder zu empfehlen sind. Hier sind ein Bodenaustausch im oberen Meter und die Herstellung entsprechender Bodenschichten durch die Anlieferung von geeigneten Unterböden und humosen Oberböden zu empfehlen.

Die bei der Baumaßnahme im Bereich des nördlichen Sportplatzes anfallenden Böden, die nicht zur Hinterfüllung von Bauwerken wieder verwertet werden können und von der Fläche abgefahren werden müssen, können einer Verwertung zugeführt werden. Nach den vorliegenden Analysenergebnissen wies keine der aus unterschiedlichen Tiefen untersuchten Proben mit Ausnahme der TOC-Gehalte oder Glühverluste Überschreitungen der Zuordnungswerte Z2 der LAGA TR Boden auf. Sofern die aufgefüllten Bodenschichten keine Auf-



fälligkeiten bezüglich mineralischer oder nichtmineralischer Fremdbestandteile aufwiesen, hielten die analysierten Proben die Z0-Werte der LAGA TR Boden ein. Die Bodenschichten, die Auffälligkeiten bezüglich mineralischer oder nichtmineralischer Fremdbestandteile aufwiesen (vgl. hierzu die Proben der Bohrungen B2/6 und KB4/7), hielten die analysierten Proben die Z2-Werte der LAGA TR Boden ein. Das heißt, die Proben wären grundsätzlich mit entsprechenden Sicherungsmaßnahmen verwertbar. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung und der Fremdbestandteile gehen wir davon aus, dass diese Böden als Z2-Böden einer Entsorgung zugeführt werden müssen.

Es muss davon ausgegangen werden, dass die bei der Baumaßnahme im Bereich des Bolzplatzes anfallenden Böden, nicht verwertet werden können, von der Fläche abgefahren und entsorgt werden müssen. Nach den vorliegenden Analyseergebnissen erfüllten nur zwei Proben die Anforderungen für einen uneingeschränkten Einbau ($< Z0$). Vier von neun Proben überschritten die Zuordnungswerte Z2 der LAGA TR Boden, so dass diese entsprechend der Deponieklassen I und II entsorgt werden müssen. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung und der Fremdbestandteile gehen wir davon aus, dass auch die übrigen Böden, die die Zuordnungswerte Z2 der LAGA TR Boden nicht überschritten, als Z2-Böden einer Entsorgung zugeführt werden müssen.

Um die Kosten für die externe Verwertung oder Entsorgung überschüssiger Aushubböden zu minimieren wird in jedem Fall empfohlen, den Aushub organoleptisch zu begleiten, um Böden mit erhöhtem Anteil an mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen von Böden mit keinen oder nur geringen Anteilen an mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen zu trennen.

6.6.2 Gründung

Die aufgefüllten Schichten können für die Gründung von Bauwerken nicht genutzt werden. Bei den Sondierungen mit der schweren Rammsonde wiesen diese Schichten sehr geringe Schlagzahlen auf (überwiegend 1 bis 3 Schläge für 10 cm Eindringtiefe).

Auch die natürlich gewachsenen Mudde- und Torf-Schichten an der Basis der aufgefüllten Schichten sind als nicht ausreichend tragfähig zu bezeichnen, um die von Bauwerken in den Untergrund eingebrachten Lasten aufzunehmen. Darüber hinaus sind die Mudde- und Torfschichten setzungsanfällig. Das Aufbringen zusätzlicher Lasten führt zu Porenwasserüberdrücken in den hoch mit Wasser gesättigten organogenen Schichten. Das Wasser wird aus dem Boden ausgepresst und der Boden setzt sich in gleichem Maße.

Erst die Geschiebemergelschichten unterhalb der organogenen Substrate weisen ausreichende Tragfähigkeiten auf. Die Schlagzahlen liegen durchgängig zwischen 5 und 10 und steigen mit zunehmender Tiefe auf Werte bis 20 an. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Bauwerkslasten über Pfahlgründungen in den Untergrund eingebracht werden müssen. Dies ist aber im Rahmen der weiteren Planungen im Detail zu klären.



Wie die Schnitte der Anlage 2.4 verdeutlichen, gibt es einige Bereiche, in denen mit den ausgeführten Kleinbohrungen die in der Tiefe vermutlich auch hier anstehenden Geschiebemergelschichten noch nicht erbohrt werden konnten. Die Tiefenlage tragfähiger Bodenschichten ist hier noch zu ermitteln.

Hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität konnten in den Wasserproben keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Das in den aufgefüllten Schichten anstehende Wasser weist nur sehr geringe bis keine korrosive Eigenschaften auf.

6.6.3 Bodenluft

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zeigen, dass in den aufgefüllten Schichten eine mikrobiologische Umsetzung organischer Substanzen nach wie vor erfolgt. Die in der Tabelle 2 aufgeführten Ergebnisse der Anfangs- und Endablesung der vor Ort gemessenen Parameter verdeutlichen, dass während der Versuchsdauer keine Fremdluft aus der Atmosphäre eingesogen wurde (Zusammensetzung der Luft: Stickstoff 78,1 Vol.-%, Sauerstoff 20,9 Vol.-%, Argon 0,9 Vol.-%, Kohlendioxid 0,04 Vol.-%).

Im Pegelrohr selbst und dem Bohrloch (Ringraum zwischen Pegelrohr und anstehendem Boden) befinden sich maximal ca. 4 Liter durch die Herstellung gestörtes Luftvolumen. Dieses wird bereits in den ersten Minuten der Absaugung durch aus dem Boden nachströmende Bodenluft ausgetauscht. Bei der Endablesung kann sicher davon ausgegangen werden, dass Luft aus den Porenräumen des anstehenden Untergrundes untersucht wurde.

In allen Bodenluftuntersuchungen sind die Sauerstoff-Konzentrationen gegenüber den in der Atmosphäre vorhandenen 21 Vol.-% stark reduziert. Die Kohlendioxid-Konzentrationen liegen deutlich über den in der Atmosphäre vorhandenen Konzentrationen von ca. 0,04 Vol.-%. Die Mikroorganismen verbrauchen beim Abbau der organischen Substanz Sauerstoff aus dem Porenraum des Bodens und geben bei der Atmung Kohlendioxid in den Porenraum ab. Aus diesem Grund sind in allen Böden die Kohlendioxid-Konzentrationen gegenüber der Konzentration in der Atmosphäre deutlich erhöht und die Sauerstoff-Konzentration erniedrigt. Der Sauerstoffgehalt der Bodenluft ist um so niedriger, je höher die Gehalte an organischer Substanz im Boden sind, je höher die mikrobiologische Aktivität ist und je niedriger die Nachlieferung von Sauerstoff aus der Atmosphäre in den Boden ist.

Wird der im Boden verfügbare Sauerstoff durch den Gehalt an organischer Substanz und die Aktivität der Mikroorganismen stärker verbraucht als er nachgeliefert wird, entstehen anaerobe Verhältnisse. Die im Boden vorhandenen Mikroorganismenarten und deren Abbaewege der organischen Substanzen ändern sich. Es beginnt eine anaerobe Atmung, bei der neben Kohlendioxid Methan freigesetzt wird. Diese Form der Atmung findet man in Deponien, Sümpfen oder feuchten Bodenstandorten. In den Pegeln KB1, KB9 und KB10 wurde Methan in der Bodenluft in messbaren Konzentrationen nachgewiesen. In den Pegeln KB9 und KB10



lagen die Methan-Konzentrationen sehr hoch. Untypisch sind hier die geringen Kohlendioxid-Konzentrationen und die im KB9 nach wie vor messbaren Sauerstoff-Konzentrationen.

Methan ist ein leicht entzündliches Gas, dass zusammen mit Luft-Sauerstoff zwischen 4,4 Vol.-% und 16,5 Vol.-% explosionsfähige Gemische bildet. Für die geplante Bebauung sind deshalb Vorkehrungen zu treffen, durch die ein Eindringen von Methan in die Gebäude und eine Anreicherung in schlecht durchlüfteten geschlossenen Räumen vermieden wird. Dies kann durch bauliche Anpassungen bei der Herstellung der Gebäudegründung oder Gebäudesohle (Keller/Erdgeschoss, Leitungstrassen, Schächte) passiv erfolgen oder durch eine aktive Belüftung und Absaugung sichergestellt werden.

Mit den Untersuchungen konnte nur das Vorhandensein von Methan in der Bodenluft nachgewiesen werden. Die Untersuchungsergebnisse lassen keine Rückschlüsse über die Höhe der Abbauraten der organischen Substanzen und Neubildungsraten oder Nachlieferungsrate an Methan zu. Die in einzelnen Proben untersuchten AT4-Werte, vgl. Anlage 2.5, lagen in allen Versuchen unterhalb der versuchsbedingten Nachweisgrenze. Dies deutet darauf hin, dass die in den aufgefüllten Schichten vorhandenen organischen Substanzen schon weitgehend von Mikroorganismen umgesetzt wurden. Das heißt, leicht mikrobiologisch abbaubare Bestandteile der organischen Substanzen, die zu einer hohen Freisetzung und Nachlieferung von Methan führen würden, sind im Untergrund nicht mehr verfügbar. Es werden nur noch die langsam abbaubaren Stoffe von den Mikroorganismen umgesetzt. Dies spricht für eine geringe Nachlieferungsrate, so dass passive Maßnahmen ausreichen können. Wir empfehlen, dass zur Festlegung der erforderlichen Maßnahmen zur Gassicherung der auf der südlichen Bolzplatzfläche herzustellenden Bauwerke nähere Untersuchungen zur Gasnachlieferung ausgeführt werden.

An leichtflüchtigen Schadstoffen wurden nur geringe Konzentrationen an den einkernigen Aromaten nachgewiesen. Durch die erforderliche Sicherung der Bauwerke gegen den Zutritt von Methan ergibt sich auch ein ausreichender Schutz gegen die leichtflüchtigen Spurenstoffe. Weitergehende Maßnahmen sind diesbezüglich unseres Erachtens nicht erforderlich.

6.6.4 Versickerung von gefasstem Niederschlagswasser

Wie im Kapitel 4.5 dargelegt, ist nach den ersten Planentwürfen zur Oberflächenentwässerung für die nördlichen tiefliegenden Flächen eine nach Norden gerichtete Entwässerung vorgesehen. In einem offenen Gerinne soll das Niederschlagswasser gefasst und in ein im Nordwesten liegendes Rückhaltebecken geführt werden. Aus dem Rückhaltebecken wird ein gedrosselter Abfluss in den Gleisbach zugelassen.

Im nordwestlichen Sportplatzbereich stand das Wasser im Untergrund sehr hoch an. Die meisten aufgefüllten Böden bestanden aus bindigen Materialien, wie z. B. umgelagerte Geschiebeböden. Das in der Auffüllung anstehende Wasser wies ein Gefälle von Westen nach Osten zum Tal des Gleisbaches hin auf (z. B. KB2 mit +13,22 mNN zum KB1 mit



+10,28 mNN). Durch die hoch anstehenden Wasserspiegel (geringer Flurabstand) steht nur ein geringes Porenvolumen für die Aufnahme von Wasser im Untergrund zur Verfügung. Eine Versickerung am westlichen Grundstücksrand würde zu einem Rückstau nach Osten führen, so dass sich dort das Wasser bis an der GOK anstauen könnte.

Die bindigen Ablagerungen verhindern eine ausreichende Versickerung in Richtung auf den Gleisbach. Die Versickerung entlang des Gerinnes und im Rückhaltebecken ist als gering einzuschätzen. Für das erforderliche Rückhaltvolumen ist deshalb eine entsprechend große Fläche einzuplanen. Eine zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen durch die Versickerung von Wasser wird für den Nordwesten als nicht maßgeblich angesehen.

7 Brachfläche (Flurstück 82)

7.1 Nutzung und Bestand

Auf dem Flurstück befindet sich ein an der Zufahrtsstraße gelegenes Gebäude (Mühlendamm 19), das genutzt wird, vgl. hierzu das Bild 6 und den Lageplan der Anlage 3.1. Die Grundstücksfläche liegt überwiegend brach und weist eine dichte Gras und Krautschicht auf. Die zur Zufahrtsstraße hin gelegenen Flächen sind teilweise mit Bauwagen bestanden.



Bild 6: Blick von Südost nach Nordwest entlang der Zufahrtsstraße, rechterhand Flurstück 82 mit Bauwagen und Gebäude im Hintergrund



Bild 7: Blick von Südwest nach Nordost über den brachliegenden Teil des Flurstücks, der unterschiedliche Bewuchs zeigt die Grenze der Nutzung an

Im Hintergrund des Bildes 7 verläuft im Bereich des Baumbestandes der Gleisbach in süd-südöstlicher nord-nordwestlicher Richtung. Zum Gleisbach hin weist das Gelände eine steile Böschung auf.

Auch zum nördlich sich anschließenden Flurstück, den Sportplatzflächen existiert ein Geländesprung. Nach den Ergebnissen zur Vermessung der Ansatzpunkte beträgt der Geländesprung zu den Sportplatzflächen ca. 3 m.

Das Gelände des Flurstückes selbst fällt leicht von West nach Ost ein.

7.2 Ausgeführte Untersuchungen

Auf dem Flurstück 82 wurden folgende Untersuchungen ausgeführt, vgl. Anlage 3.1:

- 1 Kleinbohrung (KB11) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen.
- 1 Kleinbohrung (B4) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen sowie der unterhalb anstehenden natürlich gewachsenen Bodenschichten.
- Einrichten eines temporären Bodenluftpegels in der Kleinbohrungen KB11 zur Untersuchung der Bodenluftzusammensetzung im Gelände, Entnahme einer Bodenluftproben und Analyse auf leichtflüchtige Schadstoffe.



- Durchführung einer Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH4) parallel zur Kleinbohrung B4.
- Entnahme von 4 Bodenproben aus Schichten der Kleinbohrungen zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung.

7.3 Ergebnisse der Bodenaufschlüsse

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse zeigen die Anlagen 3.2 und 3.3 in Form der Schichtenverzeichnisse und der Profildarstellungen des Bohrunternehmens. In der Anlage 3.4 werden zwei aus den verfügbaren Aufschlüssen angefertigte Schnitte dargestellt. Die Lage der Schnitte zeigt die Anlage 3.1. Der Schnitt C – C verläuft auf dem südöstlichen Grundstücksteil in Südwest – Nordost – Richtung (BS9 bis B4). Der Schnitt D - D im nördlichen Grundstücksbereich in Nordwest – Südost – Richtung (B1 (alt) bis B4).

Wie der Schnitt C - C verdeutlicht, nehmen die aufgefüllten Schichten in ihrer Mächtigkeit von West nach Ost zu. In der Altbohrung BS9 aus dem Jahr 1991 wurden aufgefüllte Schichten in einer Mächtigkeit von 6,3 m erbohrt. In der Kleinbohrung B4 erreichen die aufgefüllten Schichten Mächtigkeiten von 10,2 m. Die Erstellung der Schnittdarstellung C – C hat dazu geführt, dass die unteren Schichtglieder der BS10 aus dem Jahr 1991 - anders als damals vermerkt - auch als aufgefüllt interpretiert werden. Die in dem Profil an der Basis am Bohrstock angeschnittene Torf-Schicht wird als OK der natürlich gewachsenen Schichten angesehen.

Mit dieser Uminterpretation der Schichtangaben in der BS10 ergibt sich ein homogenes Bild des Untergrundaufbaus. Unterhalb der Auffüllungen stehen im Westen der Fläche Geschiebemergel oder Geschiebelehme an. Im östlichen Aufschluss B4 stehen zunächst bis zu 6 m mächtig Mudden an, die von Geschiebemergel unterlagert werden.

Im Schnitt D - D wird der Übergang zur nördlich liegenden Nachbarfläche dargestellt. Entlang der Schnittachse stehen unterhalb der aufgefüllten Schichten Mudden an. Wie der Aufschluss B4 verdeutlicht, werden die Mudden von Geschiebemergel-Schichten unterlagert.

Für den Bereich des Flurstückes 82 liegen verschiedene Altbohrungen aus unterschiedlichen Untersuchungskampagnen vor. Im Jahr 1991 wurden 6 Bohrsondierungen (BS9 – BS11 und BS15 – BS17) auf der Fläche ausgeführt, vgl. Unterlage [U2]. In den Bodenansprachen finden sich nur selten Hinweise auf mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile (BS9 Glasreste, BS15 Schlacken). Für die Bohrungen BS9, BS15 – BS17 werden in einzelnen Schichten geruchliche Auffälligkeiten notiert.

In den Nachuntersuchungen des Jahres 1999 (vgl. Unterlage [U4]) wurden an den Ansatzpunkten BS21 und BS22 weitere Proben analysiert. Wegen Hindernissen und Kernverlusten wurde die Bohrung BS21 mehrfach neu angesetzt. In den Bohrungen BS21 – BS21B wurden



mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile angesprochen (Ziegelreste, Schlacken, Kabelreste, Stoffreste).

In den 2014 ausgeführten Bohrungen wurden mineralische und nicht mineralische Fremdbestandteile in der Bohrung B4 in unterschiedlichen Tiefen angesprochen (Ziegelreste, Schlacken, Holz, Metall), vgl. Anlage 3.3.

7.4 Ergebnisse der chemischen Analysen

7.4.1 Auffüllung (Schadstoffpotential)

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zur Bewertung des Schadstoffpotentials liegen tabellarisch zusammengefasst in der Anlage 3.5 vor. Die Prüfberichte des Laboratoriums UCL liegen dem Bericht in der Anlage 6 bei.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um aufgefüllte Schichten, die der Bodenart Lehm/Schluff zuzuordnen sind. Von der Ansprache her handelt es sich bei den Böden überwiegend um umgelagerte Geschiebeeböden.

Die analysierten Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen werden in den Tabellen den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden und der DepV gegenübergestellt. Im Kapitel 5.1 werden die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden und DepV erläutert.

Liegen die Analysenergebnisse unterhalb der Z0-Werte der LAGA TR Boden, d. h. die Felder weisen keinen farblichen Hintergrund auf und die Konzentrationen sind nicht fett oder farbig gedruckt, dann weisen die Ergebnisse keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Feststoffgehalte oder der Eluatkonzentrationen auf. Böden dieser Art können überall ohne Risiko frei eingesetzt werden.

Werden die Felder farblich markiert oder sind die Konzentrationsangaben fett und farblich dargestellt, liegen hinsichtlich der Schadstoffe erhöhte Gehalte oder Konzentrationen vor.

Wie die Anlage 3.5 verdeutlicht, weist nur die Probe 5 aus der Bohrung B4, die aus 3,0 m bis 4,0 m unter GOK entnommen wurde, geringfügige Auffälligkeiten auf. In dieser Probe sind der Quecksilber-Gehalt sowie der Gehalt an PAK erhöht. Aufgrund des PAK-Gehaltes ist der Boden gemäß der TR Boden der LAGA der Einbauklasse 2 zuzuordnen. In den anderen drei Proben werden die Zuordnungswerte Z0 für Lehm/Schluff unterschritten. Die Böden wären von der chemischen Seite her uneingeschränkt verwertbar.

Nach den Altuntersuchungen wurden in den Auffüllungen verschiedene Auffälligkeiten festgestellt, die in der Tabelle 9 aufgelistet sind. Fett sind die maßgeblichen Gehalte hervorgehoben.



Tabelle 9: Zusammenstellung Schichten mit Schadstoffrelevanz gemäß Altuntersuchungen

Aufschluss	Schicht	Tiefe	Auffälligkeit
		m unter GOK	
BS9 (1991, [U2])	Sand , Glasreste	3,9 – 4,0	Kohlenwasserstoffe 4.800 mg/kg Blei 283 mg/kg Quecksilber 5,5 mg/kg Arsen 80 mg/kg
BS15 (1991, [U2])	Sand , Schlacke, lagenweise Lehm	3,2 – 5,3	Blei 157 mg/kg Quecksilber 30,8 mg/kg Arsen 126 mg/kg PAK 150 mg/kg
BS17 (1991, [U2])	Schluff , natürlich gewachsen	5,5 – 6,0	Kohlenwasserstoffe 36.000 mg/kg Arsen 220 mg/kg
BS21A (1999, [U4])	Sand , Ziegelreste, Schlacke, Kabel, Draht, Folie, Kohlenstaub	2,9 – 3,6	PAK 170 mg/kg Benzo(a)pyren 14 mg/kg Arsen 121 mg/kg Quecksilber 10,3 mg/kg

7.4.2 Bodenluft

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchung liegen in der Anlage 3.6 vor. Untersuchungen der Bodenluft wurden an den beiden Ansatzpunkten dieser Fläche durchgeführt.

Im Ansatzpunkt B4 wurde der temporäre Pegel zur Untersuchung der Bodenluft mit einer Ausbaulänge von 2,7 m eingerichtet. Der Filter des Pegelrohres wurde in einer Tiefe von 1,7 m bis 2,7 m unter GOK eingebaut. Die Bohrung wies zum Zeitpunkt der Bodenluftuntersuchung eine Tiefe von 3,8 m auf und wurde anschließend weitergeführt. Nach Abschluss der Kleinbohrung wurde im Bohrloch ein Wasserspiegel in 2,8 m unter GOK gemessen, vgl. auch Tabelle 10.

Im Ansatzpunkt KB11 wurde der temporäre Pegel zur Untersuchung der Bodenluft mit einer Ausbaulänge von 3,5 m eingerichtet. Der Filter des Pegelrohres wurde in einer Tiefe von 2,5 m bis 3,5 m unter GOK eingebaut. Die Bohrung wies zum Zeitpunkt der Probenahme eine Tiefe von 3,8 m auf. Nach Abschluss der Kleinbohrung wurde im Bohrloch ein Wasserspiegel in 4,3 m unter GOK gemessen.

Die Probenahme erfolgte mit einer Saugpumpe. Diese wurde jeweils mit einem Förderstrom von 2 l/min betrieben. Die Bodenluft wurde insgesamt über 13 bzw. 16 Minuten abgesaugt und die Konzentrationen der Hauptbestandteile Sauerstoff, Kohlendioxid, Methan und Schwefelwasserstoff vor Ort gemessen.



Tabelle 10: Ausbaudaten und Kennwerte der Bodenluft-Probenahme, Flurstück 82

Pegel	Filter-OK	Filter-UK	Wasser- spiegel	Föder- strom	Pumpdauer	Förder- volumen
Bez.	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	l/min	min	l
KB11	2,5	3,5	4,8	2,0	13	26
B4	1,7	2,7	2,8	2,0	16	32

Die Ergebnisse der während der Absaugung vor Ort gemessenen Parameter zeigt die Tabelle 11. Proben für eine Analyse leichtflüchtiger Komponenten im Labor wurden nicht entnommen. In der Tabelle werden für die vor Ort gemessenen Parameter die Messwerte wenige Minuten nach Beginn der Absaugung (mit A bezeichnet) und vor Beendigung bzw. zur Probenentnahme (mit E bezeichnet) angegeben.

Tabelle 11: Bodenluftzusammensetzung Vor-Ort- und Labormessung, Flurstück 82

Pegel	Sauerstoff	Kohlen- dioxid	Methan	Schwefel- wasserstoff	PID	∑- BTEX	∑- LCKW
Bez.	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
KB11-A	12,5	4,5	0,0	0,0	--	--	--
KB11-E	9,6	6,4	9,5	0,0	3,76	k. M.	k. M.
B4-A	2,2	18,6	0,0	0,0	--	--	--
B4-E	3,9	24,3	2,5	0,0	3,4	k. M.	k. M.

k. M. – keine Messung; n. B. – nicht bestimmbar, Konzentration liegt unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze

In der Bodenluft beider Ansatzpunkte konnten Methan-Konzentrationen nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zeigen, dass in den aufgefüllten Schichten eine mikrobiologische Umsetzung organischer Substanzen nach wie vor erfolgt. Die in der Tabelle 11 aufgeführten Ergebnisse der Anfangs- und Endablesung der vor Ort gemessenen Parameter verdeutlichen, dass während der Versuchsdauer keine Fremdluft aus der Atmosphäre eingesogen wurde (Zusammensetzung der Luft: Stickstoff 78,1 Vol.-%, Sauerstoff 20,9 Vol.-%, Argon 0,9 Vol.-%, Kohlendioxid ca. 0,04 Vol.-%).

Im Pegelrohr selbst und dem Bohrloch befinden sich durch die Herstellung maximal ca. 8 Liter gestörtes Luftvolumen. Dieses wird bereits in den ersten Minuten der Absaugung durch aus dem Boden nachströmende Bodenluft ausgetauscht. Bei der Endablesung kann sicher davon ausgegangen werden, dass Luft aus den Porenräumen des anstehenden Untergrundes untersucht wurde.



7.5 Bewertung

7.5.1 Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden

Wie im Kapitel 5.2 erläutert, werden in der BBodSchV Prüfwerte und Vorsorgewerte genannt. Die für den Wirkungspfad Boden – Mensch genannten Prüfwerte dienen dazu, nutzungsspezifisch abgestufte Feststoffgehalte aufzulisten, anhand derer die mögliche Gefährdung abgeschätzt werden kann. Werden potentielle Gefährdungen festgestellt (Überschreitung der Prüfwerte), dann muss im Einzelfall geprüft werden, ob Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr getroffen werden müssen.

Im Jahr 2011 wurden von der UCL Umwelt Control GmbH die obersten 10 cm gemäß den Vorgaben der BBodSchV beprobt und analysiert [U24]. Das Flurstück 82 wurde in 3 Teilflächen untergliedert und von jeder Teilfläche eine Oberbodenmischprobe entnommen. Nach den Analysenergebnissen kann eine Gefährdung für die derzeitige Nutzung ausgeschlossen werden. Die Arsen- und Schwermetallgehalte aller drei Mischproben wiesen keine Überschreitungen der Prüfwerte auf. Hinsichtlich der analysierten PAK-Gehalte überschreitet der Benzo(a)pyren-Gehalt der Oberbodenmischprobe 3, die im westlichen zur Straße hin liegenden Grundstücksbereich entnommen wurde, mit 1,13 mg/kg den im Altlastenerlass des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen festgelegten Wert von 1 mg/kg geringfügig. Da für die Stoffgruppe der PAK in der Tabelle der Prüfwerte nur Benzo(a)pyren aufgeführt wird, Benzo(a)pyren aber unter normalen Umständen immer in einem Gemisch auftritt, ist der Einzelstoff Benzo(a)pyren als Vertreter der Stoffgruppe PAK zu bewerten. Im Erlass werden unter diesen Bedingungen strengere Werte angelegt, als in der Verordnung. Dieser Fall ist hier zu berücksichtigen. Aus dieser geringfügigen Überschreitung ist bei der gegebenen Nutzung keine Gefährdung gegeben.

Für die zukünftig in diesem Bereich geplante Wohnnutzung lassen sich die Ergebnisse wie folgt bewerten:

Die Regelwerke der LAGA TR Boden/DepV und der BBodSchV wurden hinsichtlich der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden angeglichen. Das heißt, werden die Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden in der jeweils zu betrachtenden Bodenart Sand, Lehm oder Ton nicht überschritten, dann werden auch die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingehalten. Die uneingeschränkte Verwertung wie sie in der LAGA TR Boden beschrieben wird, ist damit auch hinsichtlich der nutzungsbezogenen Betrachtung der BBodSchV gegeben.

Die Ergebnisse der Mischprobenanalysen aus dem Jahr 2011 sind wegen der bindigen Anteile unseres Erachtens eher auf die Vorsorgewerte für Lehm/Schluff zu beziehen, als auf Sand. Der Gehalt an organischer Substanz wird auf < 8 Gew.-% festgelegt. Unter diesen Bedingungen weisen die Arsen- und Schwermetallgehalte aller drei Mischproben keine



Überschreitungen der Vorsorgewerte auf. Die Vorsorgewerte für PAK in der Summe und Benzo(a)pyren als Einzelstoff werden in den Proben OMP1 und OMP3 überschritten (6,44 mg PAK/kg und 11,0 mg PAK/kg TS zu 3 mg PAK/kg TS sowie 0,531 mg/kg und 1,13 mg Benzo(a)pyren/kg TS zu 0,3 mg Benzo(a)pyren/kg TS). Der anstehende humose Oberboden kann wegen der Gehalte an PAK nicht für eine spätere Andeckung wiederverwertet werden.

Auch in den tieferen Schichten (bis 1,0 m und bis 2,0 m unter GOK) kann nicht ausgeschlossen werden, dass Überschreitungen vorliegen, die eine Nutzung zu Wohnzwecken auf den anstehenden Böden nicht möglich macht. Für diese Bewertung sind vor allem die in den Altuntersuchungen nachgewiesenen Arsen-, Blei- und Quecksilber-Gehalte sowie die Gehalte an PAK verantwortlich. Es ist bei der Herstellung der Wohngebäude und der Straßen, Wege und Ver- und Entsorgungseinrichtungen dafür Sorge zu tragen, dass die anstehenden Böden nicht in den oberflächennahen Schichten verbleiben. Dies gilt in diesem Bereich auch wegen der deutlich höheren Anteile an mineralischen und nicht mineralischen Fremdbestandteilen.

Es stehen hier keine Böden zur Verfügung, die zur Wiederverwertung in einem Wohngebiet geeignet oder zu empfehlen sind. Hier sind ein Bodenaustausch im oberen Meter und die Herstellung entsprechender Bodenschichten durch die Anlieferung von geeigneten Unterböden und humosen Oberböden zu empfehlen.

Um die Kosten für die externe Verwertung oder Entsorgung überschüssiger Aushubböden zu minimieren wird in jedem Fall empfohlen, den Aushub organoleptisch zu begleiten, um Böden mit erhöhtem Anteil an Schlacken oder anderen mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen von Böden mit keinen oder nur geringen Anteilen an mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen zu trennen.

7.5.2 Gründung

Die aufgefüllten Schichten können für die Gründung von Bauwerken nicht genutzt werden. Bei der Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH4) wiesen diese Schichten sehr geringe Schlagzahlen auf (überwiegend 1 bis 3 Schläge für 10 cm Eindringtiefe). Auch die natürlich gewachsenen Mudde- und Torf-Schichten an der Basis der aufgefüllten Schichten sind als nicht ausreichend tragfähig zu bezeichnen, um die von Bauwerken in den Untergrund eingebrachten Lasten aufzunehmen. Erst die Geschiebemergelschichten unterhalb der organogenen Substrate weisen ausreichende Tragfähigkeiten auf. Die Schlagzahlen liegen durchgängig zwischen 5 und 10 und stiegen mit zunehmender Tiefe auf Werte bis 20 an. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Bauwerkslasten über Pfahlgründungen in den Untergrund eingebracht werden müssen. Dies ist aber im Rahmen der weiteren Planungen im Detail zu klären.

Wie die Schnitte der Anlage 3.4 verdeutlichen, steht der Geschiebemergel in der Bohrung B4 erst in sehr großer Tiefe an.



Hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität konnten in den auf benachbarten Flächen entnommenen Wasserproben keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Das beprobte Wasser wies keine bis nur sehr geringe korrosiven Eigenschaften auf. Es liegen keine Hinweise vor, dass das in den aufgefüllten Schichten des Flurstückes 82 anstehende Wasser chemisch anders reagiert.

7.5.3 Bodenluft

In den beiden untersuchten Bodenluftproben sind die Sauerstoff-Konzentrationen gegenüber der in der Atmosphäre vorhandenen 21 Vol.-% stark reduziert. Die Kohlendioxid-Konzentrationen liegen deutlich über den in der Atmosphäre vorhandenen Konzentrationen von ca. 0,04 Vol.-%. Die Mikroorganismen verbrauchen beim Abbau der organischen Substanz Sauerstoff aus dem Porenraum des Bodens und geben bei der Atmung Kohlendioxid in den Porenraum ab. Aus diesem Grund sind in allen Böden die Kohlendioxid-Konzentrationen gegenüber der Konzentration in der Atmosphäre deutlich erhöht und die Sauerstoff-Konzentration erniedrigt. Der Sauerstoffgehalt der Bodenluft ist um so niedriger, je höher die Gehalte an organischer Substanz im Boden sind, je höher die mikrobiologische Aktivität ist und je niedriger die Nachlieferung von Sauerstoff aus der Atmosphäre in den Boden ist.

Wird der im Boden verfügbare Sauerstoff durch den Gehalt an organischer Substanz und die Aktivität der Mikroorganismen stärker verbraucht als er nachgeliefert wird, entstehen anaerobe Verhältnisse. Die im Boden vorhandenen Mikroorganismenarten und deren Abbauewege der organischen Substanzen ändern sich. Es beginnt eine anaerobe Atmung, bei der neben Kohlendioxid Methan freigesetzt wird. Diese Form der Atmung findet man in Deponien, Sümpfen oder feuchten Bodenstandorten. In beiden Pegeln wurde Methan in der Bodenluft in messbaren Konzentrationen nachgewiesen.

Methan ist ein leicht entzündliches Gas, dass zusammen mit Luft-Sauerstoff zwischen 4,4 Vol.-% und 16,5 Vol.-% explosionsfähige Gemische bildet. Für die geplante Bebauung sind deshalb Vorkehrungen zu treffen, durch die ein Eindringen von Methan in die Gebäude und eine Anreicherung in schlecht durchlüfteten geschlossenen Räumen vermieden wird. Dies kann durch bauliche Anpassungen bei der Herstellung der Gebäudegründung oder Gebäudesohle (Keller/Erdgeschoss) passiv erfolgen oder durch eine aktive Belüftung und Absaugung sichergestellt werden.

Mit den Untersuchungen konnte nur das Vorhandensein von Methan in der Bodenluft nachgewiesen werden. Die Untersuchungsergebnisse lassen keine Rückschlüsse auf die Höhe der Abbauraten der organischen Substanzen und Neubildungsraten oder Nachlieferungsraten an Methan zu. Die in einzelnen Proben aus Bohrungen anderer Flurstücke untersuchten AT4-Werte lagen in allen Versuchen unterhalb der versuchsbedingten Nachweisgrenze. Dies deutet darauf hin, dass die in den aufgefüllten Schichten vorhandenen organischen Substan-



zen schon weitgehend von Mikroorganismen umgesetzt wurden. Das heißt, leicht mikrobiologisch abbaubare Bestandteile der organischen Substanzen, die zu einer hohen Freisetzung und Nachlieferung von Methan führen würden, sind im Untergrund nicht mehr verfügbar. Es werden nur noch die langsam abbaubaren Stoffe von den Mikroorganismen umgesetzt. Dies spricht für eine geringe Nachlieferungsrate, so dass passive Maßnahmen ausreichen können. Wir empfehlen, dass zur Festlegung der erforderlichen Maßnahmen zur Gas-sicherung der auf dem Flurstück 82 herzustellenden Bauwerke nähere Untersuchungen zur Gasnachlieferung ausgeführt werden.

Leichtflüchtige Schadstoffe wurden nur in geringen Konzentrationen über den Summenwert der Messung mit dem Photoionisations-Detektor (PID) nachgewiesen. Mit dem PID wird die Summe einer Vielzahl leichtflüchtiger Stoffe nachgewiesen, ohne dass der Messwert quantitativ einzelnen Schadstoffen zugewiesen werden kann. Mit Summen-Konzentrationen unter 4 ppm ergeben sich keine Hinweise auf maßgebliche Schadstoffgehalte. Wegen der erforderlichen Sicherung der Bauwerke gegen den Zutritt von Methan ergibt sich auch ein ausreichender Schutz gegen den Zutritt leichtflüchtiger Spurenstoffe. Weitergehende Maßnahmen sind diesbezüglich unseres Erachtens nicht erforderlich.

7.5.4 Bodenwasser

In den beiden Kleinbohrungen wurden am Ende vor der Verfüllung die sich im Bohrloch einstellenden Wasserspiegel eingemessen. Dieser lag bei +12,46 mNN (KB11) und +13,87 mNN (B4), vgl. auch die Schnitte der Anlage 3.4. Hierbei fällt auf, dass sich aus diesen beiden Wasserspiegeln ein Gefälle von Osten nach Westen ergibt. Die Vorflut, der Gleisbach, verläuft östlich der Fläche. das heißt, das Grundwasser in der Auffüllung weist ein von der Vorflut weg geneigtes Gefälle auf. Aus dem Schnitt C – C der Anlage 3.4 ergibt sich, dass sich im Bereich der Bohrung KB11 ein Tiefpunkt in der Grundwasserspiegellinie ausgebildet hat.

Aus den Altunterlagen ist bekannt, dass über das Flurstück von Süden nach Norden eine Regenwasserleitung von 1946 verläuft, der auch noch heute die Gleisanlagen und südlich davon liegenden Bereiche entwässert. Sofern diese alte Regenwasserkanalleitung durch Undichtigkeiten z. B. in den Rohrmuffen den Untergrund mit dränieren kann, ergeben die erbohrten Grundwasserstände ein erklärbares Bild.

8 Hundesportplatz (Flurstück 83)

8.1 Nutzung und Bestand

Das Flurstück teilt sich in eine westliche befestigte Fläche (vgl. Bild 8) und eine östliche unbefestigte Fläche. Das Grundstück wird von einem Hundesportverein genutzt. Im Bild 8 liegt der unbefestigte Grundstücksteil am linken Bildrand hinter dem Baum.



Bild 8: Blick von Nordwest nach Südost über den befestigten Teil des Flurstücks

Im Hintergrund des Bildes, im Bereich des Baumbestandes verläuft der Gleisbach, der an das Grundstück an der Ostseite angrenzt. Zum Gleisbach hin weist das Gelände eine Böschung auf.

Das Grundstück liegt ebenerdig zu den westlich und nördlich angrenzenden Flurstücken. Das Gelände des Flurstückes selbst fällt leicht nach Süden und Osten ein.



8.2 Ausgeführte Untersuchungen

Auf dem Flurstück 83 wurden folgende Untersuchungen ausgeführt, vgl. Anlage 4.1:

- 1 Kleinbohrung (KB12) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen.
- Einrichten eines temporären Bodenluftpegels in der Kleinbohrungen KB12 zur Untersuchung der Bodenluftzusammensetzung im Gelände.
- Durchführen von rasterförmigen Kleinbohrungen auf einer ca. 600 m² großen Teilflächen EB5 (Flächengröße ca. 20 m x 30 m mit 15 Einstichen in Abständen von 5 m als 2 m Tiefe Rammkernsondierungen) zur Entnahme teufenorientierter Mischproben zur Untersuchung der Zusammensetzung der Auffüllungen hinsichtlich ihrer Eignung als Unter- oder Oberböden (Wiedereinbau) oder der Möglichkeit der externen Verwertung bzw. des Erfordernisses einer Entsorgung.
- Auswahl von 5 Bodenproben aus Schichten der Kleinbohrungen und der rasterförmigen Untersuchung zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung.

8.3 Ergebnis des Bodenaufschlusses

Das Ergebnis des Bodenaufschlusses zeigen die Anlagen 4.2 und 4.3 in Form der Schichtenverzeichnisse und der Profildarstellungen des Bohrunternehmens.

Gemäß der Unterlage [U2] wurden auf dem Flurstück im Dezember 1990 insgesamt 13 Kleinbohrungen ausgeführt (BS1, BS3 – BS8, BS12 – BS14 und BS18 – BS20, siehe Lageplan der Anlage 4.1). Die Kleinbohrungen wurden in Tiefen von 1,0 m (BS1 und BS4) bis maximal 8,0 m (BS5 und BS12) ausgeführt. Nach den Schichtenverzeichnissen der Unterlage [U2] wurden in den Bohrungen bis in Tiefen von 1,5 m (BS5) bis 5,4 m unter GOK (BS6) reichende aufgefüllte Schichten angesprochen. Darunter wurden wechselnde Schichten aus Geschiebelehm, Lehm, Geschiebemergel, Torf und Mudde angesprochen.

Nach der Kleinbohrung KB12 ergibt sich von oben nach unten folgender Untergrundaufbau, vgl. Anlage 4.3:

- 0,0 – 7,3 m unter GOK Auffüllung
- 7,3 – 8,5 m unter GOK Kies
- 8,5 – 9,0 m unter GOK Geschiebemergel

Im Gegensatz zu den alten Aufschlüssen wurde in der Kleinbohrung KB12 wesentlich mehr Schichten als aufgefüllt angesprochenen. Dabei bestehen grundsätzlich keine Unterschiede in der Zusammensetzung der Schichten. Diese bestehen aus umgelagerten Geschiebeböden und organogenen Böden. In den alten Aufschlüssen wurden seinerzeit Schichten als natürlich gewachsen bewertet, die in der Bohrung KB12 von uns als aufgefüllt beschrieben wurden.



Dafür dass diese Schichten aufgefüllt wurden, spricht unseres Erachtens zum einen die Schichtabfolge. Das Auftreten von Geschiebeeböden über den Teichsedimenten wie Mudde oder Torf ist unseres Erachtens nicht plausibel. Zum anderen wiesen die Geschiebeeböden ein anderes Gefüge im Bohrstock auf, als die in der Tiefe anstehenden natürlich gewachsenen. Darüber hinaus wurden in der Torf-Schicht der Bohrung KB12 (5,0 m bis 6,1 m unter GOK) Ziegelreste gefunden.

Unschlüssig in der Bewertung ob eine Schicht aufgefüllt oder natürlich gewachsen ist, sind wir bei der unterhalb des umgelagerten Torfs in der Tiefe 6,1 m bis 7,3 m unter GOK anstehenden Geschiebemergel-Schicht. Es wurden keine anthropogenen Beimengungen angetroffen. Da oberhalb von natürlich gewachsenen Geschiebemergel-Schichten häufig kiesige Schichten (vgl. Anlage 4.3 Schicht der Tiefe 7,3 m bis 8,5 m unter GOK) liegen, ist unseres Erachtens eine Ablagerung wahrscheinlicher als eine natürliche Entstehung.

In den Bohrungen BS3 – BS5 und BS7 (vgl. [U2]) wurden als mineralische Fremdbestandteile Ziegelreste, Betonreste und Bauschutt angesprochen. In der Bohrung BS8 wurde Schlacke als mineralischer Fremdbestandteil angesprochen. In den Schichten der anderen Bohrungen wurden keine Fremdbestandteile aufgeführt.

In der 2014 ausgeführten Bohrung KB12 wurden Ziegel- und Betonreste in einzelnen Schichten vorgefunden, vgl. Anlage 4.3.

8.4 Ergebnisse der chemischen Analysen

8.4.1 Auffüllung (Schadstoffpotential)

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zur Bewertung des Schadstoffpotentials liegen tabellarisch zusammengefasst in den Anlagen 4.4 und 4.5 vor. Die Prüfberichte des Laboratoriums UCL liegen dem Bericht in der Anlage 6 bei.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um aufgefüllte Schichten, die in den oberen Schichten (bis ca. 1,0 m) der Bodenart Sand und darunter der Bodenart Lehm/Schluff zuzuordnen sind. Von der Ansprache her handelt es sich bei den bindigen Böden überwiegend um umgelagerte Geschiebeeböden.

Die analysierten Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen werden in den Tabellen den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden und der DepV gegenübergestellt. Im Kapitel 5.1 werden die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden und DepV erläutert.

Liegen die Analysenergebnisse der Anlage 4.4 unterhalb der Z0-Werte der LAGA TR Boden, d. h. die Felder weisen keinen farblichen Hintergrund auf und die Konzentrationen sind nicht fett oder farbig gedruckt, dann weisen die Ergebnisse keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Feststoffgehalte oder der Eluatkonzentrationen auf. Böden dieser Art können von der chemischen Seite her betrachtet überall ohne Risiko verwertet werden.



Sind die Felder farblich markiert oder sind die Konzentrationsangaben fett und farblich dargestellt worden, liegen hinsichtlich der Schadstoffe erhöhte Gehalte oder Konzentrationen vor.

Wie die Anlage 4.4 im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden verdeutlicht, weisen alle fünf Proben Auffälligkeiten hinsichtlich der Parameter PAK und Benzo(a)pyren im Feststoff auf. Geringfügige Auffälligkeiten liegen bei den Zink-Gehalten sowie den Kupfer und Nickel-Gehalten der Probe EB5/2 vor. Darüber hinaus weisen alle Proben Gehalte an organischen Substanzen auf (TOC-Gehalte).

Die PAK-Gehalte führen dazu, dass die Böden nur eingeschränkt verwertbar sind. Sie sind der Einbauklasse 2 zuzuordnen.

Wie die Anlage 4.5 im Vergleich mit den Vorsorge- und Prüfwerten der BBodSchV verdeutlicht, wird der Prüfwert für den Parameter Benzo(a)pyren, der gemäß des Altlastenerlasses des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen auf 1 mg/kg festgelegt wurde, nur in einer Probe überschritten (EB5/1).

Wie die fett gedruckten Zahlen in der Tabelle verdeutlichen, liegen die analysierten Gehalte einzelner Schwermetalle (Kupfer, Nickel, Zink) über den Vorsorgewerten.

Nach den Altuntersuchungen wurden in den Auffüllungen Auffälligkeiten bei den Parametern Arsen und Quecksilber festgestellt. In allen Proben wurden Arsen-Gehalte über 10 mg/kg TS nachgewiesen. Die Gehalte schwankten zwischen 24,6 mg/kg (BS2 0,0 m – 0,1 m unter GOK) und 97,5 mg/kg (BS13 4,4 m – 4,6 m unter GOK). In allen Proben wurden darüber hinaus Quecksilber-Gehalte über 1,0 mg/kg TS analysiert. Die Gehalte schwankten zwischen 1,3 mg/kg TS (BS5 3,6 - 4,8 m unter GOK) und 9,6 mg/kg TS (BS19 0,0 m – 2,0 m unter GOK). Diese Parameter wiesen in den neuen Untersuchungen keine Auffälligkeiten auf.



8.4.2 Bodenluft

Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchung liegen in der Anlage 4.6 vor. Die Untersuchung der Bodenluft erfolgte an dem einen Ansatzpunkt dieser Fläche (KB12).

Im Ansatzpunkt KB12 wurde der temporäre Pegel zur Untersuchung der Bodenluft mit einer Ausbaulänge von 2,8 m eingerichtet. Der Filter des Pegelrohres wurde in einer Tiefe von 1,8 m bis 2,8 m unter GOK eingebaut. Die Bohrung wies zum Zeitpunkt der Bodenluftuntersuchung eine Tiefe von 2,8 m auf und wurde anschließend weitergeführt. Nach Abschluss der Kleinbohrung wurde im Bohrloch ein Wasserspiegel in 2,8 m unter GOK gemessen, vgl. auch Tabelle 12.

Tabelle 12: Ausbaudaten und Kennwerte der Bodenluft-Probenahme, Flurstück 83

Pegel	Filter-OK	Filter-UK	Wasser- spiegel	Föder- strom	Pumpdauer	Förder- volumen
Bez.	m u. GOK	m u. GOK	m u. GOK	l/min	min	l
KB12	1,8	2,8	2,8	2,0	12	24

Die Probenahme erfolgte mit einer Saugpumpe. Diese wurde mit einem Förderstrom von 2 l/min betrieben. Die Bodenluft wurde insgesamt über 12 Minuten abgesaugt und die Konzentrationen der Hauptbestandteile Sauerstoff, Kohlendioxid, Methan und Schwefelwasserstoff vor Ort gemessen.

Die Ergebnisse der während der Absaugung vor Ort gemessenen Parameter zeigt die Tabelle 13. Proben für eine Analyse leichtflüchtiger Komponenten im Labor wurden nicht entnommen. In der Tabelle werden für die vor Ort gemessenen Parameter die Messwerte wenige Minuten nach Beginn der Absaugung (mit A bezeichnet) und vor Beendigung bzw. zur Probenentnahme (mit E bezeichnet) angegeben.

Tabelle 13: Bodenluftzusammensetzung Vor-Ort- und Labormessung, Flurstück 83

Pegel	Sauerstoff	Kohlen- dioxid	Methan	Schwefel- wasserstoff	PID	Σ- BTEX	Σ- LCKW
Bez.	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
KB12-A	18,3	0,0	0,0	0,0	--	--	--
KB12-E	9,5	18,8	0,0	0,0	4,1	k. M.	k. M.

k. M. – keine Messung



In der Bodenluft konnten keine Methan-Konzentrationen nachgewiesen werden. Die in der Tabelle 13 aufgeführten Ergebnisse der Anfangs- und Endablesung der vor Ort gemessenen Parameter verdeutlichen, dass während der Versuchsdauer keine Fremdluft aus der Atmosphäre eingesogen wurde (Zusammensetzung der Luft: Stickstoff 78,1 Vol.-%, Sauerstoff 20,9 Vol.-%, Argon 0,9 Vol.-%, Kohlendioxid 0,04 Vol.-%).

Im Pegelrohr selbst und dem Bohrloch befinden sich durch die Herstellung maximal ca. 4 Liter gestörtes Luftvolumen. Dieses wird bereits in den ersten Minuten der Absaugung durch aus dem Boden nachströmende Bodenluft ausgetauscht. Bei der Endablesung kann sicher davon ausgegangen werden, dass Luft aus den Porenräumen des anstehenden Untergrundes untersucht wurde.

8.5 Bewertung

8.5.1 Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden

Wie im Kapitel 5.2 erläutert, werden in der BBodSchV Prüfwerte und Vorsorgewerte genannt. Die für den Wirkungspfad Boden – Mensch genannten Prüfwerte dienen dazu, nutzungsspezifisch abgestufte Feststoffgehalte aufzulisten, anhand derer die mögliche Gefährdung abgeschätzt werden kann. Werden potentielle Gefährdungen festgestellt (Überschreitung der Prüfwerte), dann muss im Einzelfall geprüft werden, ob Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr getroffen werden müssen.

Hinsichtlich der analysierten PAK-Gehalte überschreitet der Benzo(a)pyren-Gehalt der Probe EB5/1 mit 1,61 mg/kg den im Altlastenerlass für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen festgelegten Wert von 1 mg/kg. Da für die Stoffgruppe der PAK in der Tabelle der Prüfwerte nur Benzo(a)pyren aufgeführt wird, Benzo(a)pyren aber unter normalen Umständen immer in einem Gemisch auftritt, ist der Einzelstoff Benzo(a)pyren als Vertreter der Stoffgruppe PAK zu bewerten. Im Altlastenerlass werden unter diesen Bedingungen strengere Werte angelegt, als in der Verordnung. Dieser Fall ist hier zu berücksichtigen.

Aus dieser geringfügigen Überschreitung ist bei der gegebenen Nutzung (Hundeschulfläche) keine Gefährdung gegeben. Für die zukünftig in diesem Bereich geplante Wohnnutzung lassen sich die Ergebnisse wie folgt bewerten:

Die Regelwerke der LAGA TR Boden/DepV und der BBodSchV wurden hinsichtlich der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden angeglichen. Das heißt, werden die Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden in der jeweils zu betrachtenden Bodenart Sand, Lehm, Ton nicht überschritten, dann werden auch die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingehalten. Die uneingeschränkte Verwertung wie sie in der LAGA TR Boden beschrieben wird, ist damit auch hinsichtlich der nutzungsbezogenen Betrachtung der BBodSchV gegeben.



Die Ergebnisse der Mischprobenanalysen EB5/1 bis EB5/3 und der oberflächennahen Mischprobe der Kleinbohrung KB12 weisen Überschreitungen der Vorsorgewerte hinsichtlich verschiedener Parameter auf. Maßgeblich sind die Überschreitungen der Vorsorgewerte für PAK in der Summe und Benzo(a)pyren als Einzelstoff, vgl. Anlage 4.5. Der oberflächennah anstehende Oberboden kann wegen der Gehalte an PAK nicht wiederverwertet werden.

Auch in den tieferen Schichten (bis 1,4 m und bis 2,0 m unter GOK) liegen vergleichbare Überschreitungen vor, die eine Nutzung der anstehenden Böden zu Wohnzwecken nicht möglich macht.

Diese Bewertung wird durch die in den Altuntersuchungen nachgewiesenen Arsen- und Quecksilber-Gehalte noch verstärkt. Es ist bei der Herstellung der Wohngebäude und der Straßen, Wege und Ver- und Entsorgungseinrichtungen dafür Sorge zu tragen, dass die anstehenden Böden nicht in den oberflächennahen Schichten verbleiben.

Es stehen hier keine Böden zur Verfügung, die zur Wiederverwertung in einem Wohngebiet geeignet oder zu empfehlen sind. Hier sind ein Bodenaustausch im oberen Meter und die Herstellung entsprechender Bodenschichten durch die Anlieferung von geeigneten Unterböden und humosen Oberböden zu empfehlen.

Um die Kosten für die externe Verwertung oder Entsorgung überschüssiger Aushubböden zu minimieren wird in jedem Fall empfohlen, den Aushub organoleptisch zu begleiten, um Böden mit erhöhtem Anteil an Schlacken oder anderen mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen von Böden mit keinen oder nur geringen Anteilen an mineralischen oder nicht mineralischen Fremdbestandteilen zu trennen.

8.5.2 Gründung

Die aufgefüllten Schichten können für die Gründung von Bauwerken nicht genutzt werden. Auch die natürlich gewachsenen Mudde- und Torf-Schichten, die an der Basis der aufgefüllten Schichten auftreten können, sind als nicht ausreichend tragfähig zu bezeichnen, um die von Bauwerken in den Untergrund eingebrachten Lasten aufzunehmen. Erst die Geschiebemergelschichten weisen ausreichende Tragfähigkeiten auf. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Bauwerkslasten über Pfahlgründungen in den Untergrund eingebracht werden müssen. Dies ist aber im Rahmen der weiteren Planungen im Detail zu klären.

Hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität konnten in den auf benachbarten Flächen entnommenen Wasserproben keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Das beprobte Wasser wies keine bis nur sehr geringe korrosive Eigenschaften auf. Es liegen keine Hinweise vor, dass das in den aufgefüllten Schichten des Flurstückes 83 anstehende Wasser chemisch anders reagiert.



8.5.3 Bodenluft

In der untersuchten Bodenluftprobe ist die Sauerstoff-Konzentration gegenüber der Konzentration in der Atmosphäre stark reduziert, 9,5 Vol.-% gegenüber 21 Vol.-%. Die Kohlendioxid-Konzentration liegt mit 18,8 Vol.-% deutlich über den in der Atmosphäre vorhandenen Konzentrationen von ca. 0,04 Vol.-%. Auch wenn kein Methan in nachweisbaren Konzentrationen in der Bodenluft gemessen wurde, zeigen die Sauerstoff- und Kohlendioxid-Konzentrationen einen Abbau organischer Substanz durch Mikroorganismen an. Die Mikroorganismen verbrauchen beim Abbau der organischen Substanz Sauerstoff aus dem Porenraum des Bodens und geben bei der Atmung Kohlendioxid in den Porenraum ab. Aus diesem Grund sind in allen Böden die Kohlendioxid-Konzentrationen gegenüber der Konzentration in der Atmosphäre deutlich erhöht und die Sauerstoff-Konzentration erniedrigt. Der Sauerstoffgehalt der Bodenluft ist um so niedriger, je höher die Gehalte an organischer Substanz im Boden sind, je höher die mikrobiologische Aktivität ist und je niedriger die Nachlieferung von Sauerstoff aus der Atmosphäre in den Boden ist.

Wird der im Boden verfügbare Sauerstoff durch den Gehalt an organischer Substanz und die Aktivität der Mikroorganismen stärker verbraucht als er nachgeliefert wird, entstehen anaerobe Verhältnisse. Die im Boden vorhandenen Mikroorganismenarten und deren Abbauewege der organischen Substanzen ändern sich. Es beginnt eine anaerobe Atmung, bei der neben Kohlendioxid Methan freigesetzt wird. Diese Form der Atmung findet man in Deponien, Sümpfen oder feuchten Bodenstandorten. Da im Pegel kein Methan in der Bodenluft gemessen wurde, scheint die Nachlieferung von Sauerstoff so ausreichend zu sein, dass anaerobe Abbauprozesse nicht mehr stattfinden, bzw. ggf. örtlich freigesetztes Methan noch innerhalb des Bodens zu Kohlendioxid umgesetzt wird.

Da Abbauprozesse vorhanden sind, wird für die geplante Bebauung empfohlen, Vorkehrungen zu treffen, durch die ein Eindringen von Kohlendioxid und / oder Methan in die Gebäude und eine Anreicherung in schlecht durchlüfteten geschlossenen Räumen vermieden wird. Dies kann durch bauliche Anpassungen bei der Herstellung der Gebäudegründung oder Gebäudesohle (Keller/Erdgeschoss, Leitungstrassen, Schächte) passiv erfolgen.

Mit den Untersuchungen konnte nur das Fehlen von Methan in der Bodenluft nachgewiesen werden. Die Untersuchungsergebnisse lassen keine Rückschlüsse über die Höhe der Abbauraten der organischen Substanzen und damit potentieller Nachlieferungsraten an Kohlendioxid oder Methan zu. Auch aus diesem Grund empfehlen wir passive Maßnahmen zur Gassicherung der auf dem Flurstück 83 herzustellenden Bauwerke.

Leichtflüchtige Schadstoffe wurden nur in geringen Konzentrationen über den Summenwert der Messung mit dem Photoionisations-Detektor (PID) nachgewiesen. Mit dem PID wird die Summe einer Vielzahl leichtflüchtiger Stoffe nachgewiesen, ohne dass der Messwert quantitativ einzelnen Schadstoffen zugewiesen werden kann. Mit einer Summen-Konzentration von knapp über 4 ppm ergeben sich keine Hinweise auf maßgebliche Schadstoffgehalte. Wegen



der empfohlenen Sicherung der Bauwerke gegen den Zutritt von Methan ergibt sich auch ein ausreichender Schutz gegen den Zutritt leichtflüchtiger Spurenstoffe. Weitergehende Maßnahmen sind diesbezüglich unseres Erachtens nicht erforderlich.

9 Ehemalige Gleisbereiche (Flurstücke 172 und 100)

9.1 Nutzung und Bestand

Auf den Flurstücken lagen früher die Gleise, die zu den ehemaligen Verladerampen und Lager- und Umschlagsschuppen führten, vgl. hierzu das Bild 9. Die Flächen liegen mit Ausnahme der im Norden neu gestalteten und gewerblich genutzten ehemaligen Lager- und Umschlagsschuppen brach. Die Schienen und Schwellen wurden zurückgebaut. Die Schotter der ehemaligen Gleisbetten sind noch vorhanden. Die ehemaligen Gleisflächen sind unterschiedlich stark bewachsen.



Bild 9: Blick von Südost nach Nordwest über den brachliegenden ehemaligen Gleisbereich, im Hintergrund die ehemaligen Lager- und Umschlagsschuppen



Bild 10: Blick von Nordwest nach Südost über den brachliegenden Teil des Flurstücks, das Gebäude linker Hand liegt auf dem Flurstück77

Rechts im Hintergrund des Bildes 10 sieht man den Bahndamm mit den deutlich höher liegenden in Betrieb befindlichen Gleisen der Fernbahnverbindung von Flensburg.

9.2 Ausgeführte Untersuchungen

Auf den Flurstücken 172/100 wurden folgende Untersuchungen ausgeführt, vgl. Anlage 5.1:

- 3 Kleinbohrungen (KB6 bis KB8) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen.
- 1 Kleinbohrung (B5) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen sowie der unterhalb anstehenden natürlich gewachsenen Bodenschichten.
- Durchführung einer Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH5) parallel zur Kleinbohrung B5.
- Auswahl von 14 Bodenproben aus Schichten der Kleinbohrungen zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung.



- Entnahme von 2 Proben des Gleisschotters zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung.
- Entnahme 1 Probe der an der Oberfläche aufliegenden Schlacken zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung.

9.3 Ergebnisse der Bodenaufschlüsse

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse zeigen die Anlagen 5.2 und 5.3 in Form der Schichtenverzeichnisse und der Profildarstellungen des Bohrunternehmens. In der Anlage 5.4 wird ein aus den verfügbaren Aufschlüssen angefertigter Schnitt dargestellt. Die Lage des Schnittes zeigt die Anlage 5.1. Wie der Lageplan 5.1 verdeutlicht, stehen in dem hier betrachteten Bereich keine Altaufschlüsse zur Verfügung.

Bei der Durchführung der Bohrungen war zu berücksichtigen, dass im Untergrund noch verschiedene Leitungstrassen vorhanden sind, die für den laufenden Bahnbetrieb (Strom- und Signalleitungen) und die Ver- und Entsorgung (Wasserleitungen gefasster Oberflächenwässer) weiterhin von Bedeutung sind. Es standen hinsichtlich der Leitungstrassen nur alte Kartengrundlagen zur Verfügung. Die Lage der Trassen konnte im Gelände auf der Grundlage der vorliegenden Kartengrundlage wegen dem bereits erfolgten Rückbau der Bahnanlagen nur sehr unzureichend nachvollzogen werden. Aus diesem Grund wurden vom Vermesser alle an der Oberfläche sichtbaren Einrichtungen mit eingemessen, vgl. hierzu markierten Punkt: Schächte 1 - 3, Gebäude, Schaltkasten und Einlaufbauwerk in Anlage 5.1.

Der Untergrundaufbau war auf dieser Fläche anders, als auf den anderen Flächen. An der Geländeoberfläche standen in geringer Mächtigkeit in der Fläche verbreitet Schlacken an, vgl. Bild 11. In den obersten Zentimeter bis Dezimetern wurden noch die Schotter des Gleisbettes angetroffen.

In den Aufschlüssen KB6 und B5 standen in den oberen Bereichen zunächst bindige Schichten an, die durchsetzt von Kiesen und Steinen waren. Darunter folgten, wie in den anderen Aufschlüssen dieser Fläche, sehr steinreiche sandige Böden oder Kiese, vgl. Bild 12. Die sandig-kiesigen Schichten enthielten überwiegend schluffige Nebenbestandteile. Wegen der sandig-kiesigen Böden traten häufig Kernverluste auf. Die Bohrarbeiten waren überwiegend leicht, der Untergrund wenig verdichtet. Schwer zu bohren war es vor allem dann, wenn sich Steine vor oder in dem Bohrgestänge festgesetzt hatten.

Mineralische und nicht mineralische Fremdbestandteile wurden in den Schichten unterhalb der Gleisschotter nicht angetroffen. Die aufgefüllten Böden waren frei von augenscheinlichen organoleptischen Auffälligkeiten.



Bild 11: Grob verbackene und fein verstreute Schlacken auf der Geländeoberfläche



Bild 12: Steine in den Schichten, hier beispielhaft Bohrung KB5A



Unter diesen Umständen war es schwierig, eine klare Grenze zwischen aufgefüllten Böden und natürlich gewachsenen Böden zu treffen. Einziger Hinweis waren die Textur, die auf eine Vermengung der Böden bei der Ablagerung hindeutete und die in den sandig-kiesigen Schichten enthaltenen schluffigen Lagen. Die einzige Bohrung, die unseres Erachtens auf dieser Fläche sicher den natürlich gewachsenen Untergrund erreicht hat, war die Kleinbohrung KB6. Die anderen Bohrungen mussten alle aufgrund von Hindernissen innerhalb der aufgefüllten Schichten abgebrochen werden.



Bild 13: Vernässte Bereiche auf der Geländeoberfläche im Umfeld von KB7 und KB8



Im Bereich der Bohransatzpunkte KB7 und KB8 standen an der Oberfläche verbreitet Pfützen an, vgl. Bild 13. Die schluffigen Sande, die in den Aufschlüssen KB7 und KB8 erbohrt wurden, sind gering wasserdurchlässig. Die in den Aufschlüssen nach dem Beenden der Bohrarbeiten gemessenen Wasserstände verdeutlichen dies, vgl. Anlage 5.3.

Wie der Schnitt E - E zeigt, wurden keine Mudde-, Torf- oder Geschiebemergel-Schichten erbohrt, wie sie auf den anderen Flächen an der Basis der aufgefüllten Schichten angetroffen wurden. In der Kleinbohrung KB6 wurden aufgefüllte Schichten in einer Mächtigkeit von ca. 12,4 m erbohrt. Durch den Kernverlust kann eine genaue Höhe des Schichtüberganges nicht angegeben werden.

9.4 Ergebnisse der chemischen Analysen

9.4.1 Auffüllung (Schadstoffpotential)

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zur Bewertung des Schadstoffpotentials liegen tabellarisch zusammengefasst in der Anlage 5.5 vor. Die Prüfberichte des Laboratoriums UCL liegen dem Bericht in der Anlage 6 bei.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um aufgefüllte Schichten, die überwiegend der Bodenart Lehm/Schluff zuzuordnen sind. Einige wenige oberflächennahe Schichten sind der Bodenart Sand zuzuordnen.

Die analysierten Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen werden in der Anlage 5.5 den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden und der DepV gegenübergestellt. Im Kapitel 5.1 werden die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden und DepV erläutert.

Liegen die Analysenergebnisse unterhalb der Z0-Werte der LAGA TR Boden, d. h. die Felder weisen keinen farblichen Hintergrund auf und die Konzentrationen sind nicht fett oder farbig gedruckt, dann weisen die Ergebnisse keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Feststoffgehalte oder der Eluatkonzentrationen auf. Böden dieser Art können überall ohne Risiko frei eingesetzt werden.

Werden die Felder farblich markiert oder sind die Konzentrationsangaben fett und farblich dargestellt, liegen hinsichtlich der Schadstoffe erhöhte Gehalte oder Konzentrationen vor.

Wie die Anlage 5.5 verdeutlicht, weisen 2 der 6 analysierten Proben Auffälligkeiten auf.

In den Proben der Bohrungen KB7a/1 und KB7/1 waren an der Oberfläche aufliegende Schlacken anteilig mit enthalten. Diese Schlacken haben zu den hohen TOC-Gehalten von 22,7 Gew.-% und 11,0 Gew.-% geführt. An den Schlacken wurde daraufhin gesondert der Gehalt an elementarem Kohlenstoff bestimmt. Dieser lag bei 23,1 Gew.-%, vgl. Analyse der Probe Flst 172 im Prüfbericht mit der Nr. 14-31503/1 der Anlage 6. Der TOC-Gehalt wird in den beiden Proben nicht von organischen Stoffen verursacht, so dass dieser für die Einstufung gemäß LAGA TR Boden nicht maßgeblich ist.



In der Probe KB7/1 wurden der Parameter Summe der PAK in maßgeblichem Gehalt bestimmt. Die Probe wurde oberflächennah entnommen, vgl. hierzu auch die nachfolgenden Ausführungen.

In der Anlage 5.6 werden die Analysenergebnisse den Prüf- und Vorsorgewerten der BBodSchV gegenübergestellt. Von den 11 Proben, die gemäß der BBodSchV untersucht wurden, weisen 5 Proben Auffälligkeiten auf. Es betrifft in allen Fällen Proben, die aus den obersten Dezimetern entnommen wurden.

In den Proben B5a/1 und B5/1 überschreitet der Parameter Benzo(a)pyren die für die PAK als Schadstoffgruppe gemäß des Altlastenerlasses des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen auf 1 mg/kg angesetzten Prüfwerte. In der Probe KB7a/1 überschreitet der Nickel-Gehalt den Prüfwert für Kinderspielflächen.

Darüber hinaus werden in den 5 Proben die Vorsorgewerte verschiedener Parameter überschritten. Eine uneingeschränkte Verwertung ist damit nicht möglich. Die in den Proben KB7a/1 und KB7/1 bestimmten hohen TOC-Gehalte sind nicht maßgeblich für die in der BBodSchV für die Vorsorgewerte genannten Humus-Gehalte, da diese nicht aus organisch gebundenem Kohlenstoff bestehen, siehe weiter oben.

Wegen der noch weit verbreitet vorhandenen Gleisschotter wurden diese gesondert beprobt und untersucht. Es wurden 2 Proben des Gleisschotters aus dem Umfeld der Aufschlüsse B5 und KB7 entnommen. Wegen der im Bereich von Gleisanlagen eingesetzten Pestizide wurden die Gleisschotter speziell auf Rückstände hin analysiert. Hierzu wurden Eluate hergestellt und diese analysiert. Die Eluate wurden auf die Parameter Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA sowie verschiedene Organochlorpestizide und Triazine/Phenylharnstoffe hin untersucht. Nach den Analysenergebnissen wurden keine Auffälligkeiten festgestellt, die auf erhöhte Rückstände hindeuten. Nur in der Probe KB7/1 wurden im Gleisschotter Ethidimuron in analytisch nachweisbarer Konzentration im Eluat bestimmt, vgl. Prüfberichte Nr. 14-28071-006/1 und 14-28798-001/1 der Anlage 6.

9.5 Bewertung

9.5.1 Schadstoffpotential und Nutzung anstehender Böden

Wie im Kapitel 5.2 erläutert, werden in der BBodSchV Prüfwerte und Vorsorgewerte genannt. Die für den Wirkungspfad Boden – Mensch genannten Prüfwerte dienen dazu, nutzungsspezifisch abgestufte Feststoffgehalte aufzulisten, anhand derer die mögliche Gefährdung abgeschätzt werden kann. Werden potentielle Gefährdungen festgestellt (Überschreitung der Prüfwerte), dann muss im Einzelfall geprüft werden, ob Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr getroffen werden müssen.



Hinsichtlich der analysierten PAK-Gehalte überschreitet der Benzo(a)pyren-Gehalt der Proben B5a/1 und B5/1 mit 2,22 mg/kg bzw. 1,25 mg/kg den im Altlastenerlass für Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen festgelegten Wert von 1 mg/kg geringfügig. Da für die Stoffgruppe der PAK in der Tabelle der Prüfwerte nur Benzo(a)pyren aufgeführt wird, Benzo(a)pyren aber unter normalen Umständen immer in einem Gemisch auftritt, ist der Einzelstoff Benzo(a)pyren als Vertreter der Stoffgruppe PAK zu bewerten. Im Altlastenerlass werden unter diesen Bedingungen strengere Werte angelegt, als in der Verordnung. Dieser Fall ist hier zu berücksichtigen.

Aus dieser geringfügigen Überschreitung ist bei der gegebenen Nutzung keine Gefährdung gegeben. Für die zukünftig in diesem Bereich geplante Wohnnutzung lassen sich die Ergebnisse wie folgt bewerten:

Die Regelwerke der LAGA TR Boden/DepV und der BBodSchV wurden hinsichtlich der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden angeglichen. Das heißt, werden die Zuordnungswerte Z0 der LAGA TR Boden in der jeweils zu betrachtenden Bodenart Sand, Lehm, Ton nicht überschritten, dann werden auch die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV eingehalten. Die uneingeschränkte Verwertung wie sie in der LAGA TR Boden beschrieben wird, ist damit auch hinsichtlich der nutzungsbezogenen Betrachtung der BBodSchV gegeben.

Die Gehalte an organischer Substanz lag in allen Proben < 8 Gew.-%. Unter diesen Bedingungen weisen die Schwermetallgehalte der Proben B5/1, KB6/1, KB7a/1 und KB7/1 Überschreitungen der Vorsorgewerte auf. Die Vorsorgewerte für PAK in der Summe und Benzo(a)pyren als Einzelstoff werden in den Proben B5a/1 und B5/1 überschritten (21,3 mg PAK/kg und 14,0 mg PAK/kg TS zu 3 mg PAK/kg TS sowie 2,22 mg/kg und 1,28 mg Benzo(a)pyren/kg TS zu 0,3 mg Benzo(a)pyren/kg TS). In der Probe KB7/1 überschreitet die Summe der PAK mit 4,4 mg/kg den Vorsorgewert von 3,0 mg/kg. Der in den obersten Dezimetern anstehende Boden kann wegen der Überschreitungen der Vorsorgewerte nicht in einer für die spätere Nutzung relevanten Tiefe wiederverwertet werden.

Es ist bei der Herstellung der Wohngebäude und der Straßen, Wege und Ver- und Entsorgungseinrichtungen dafür Sorge zu tragen, dass die anstehenden Böden nicht in den oberflächennahen Schichten verbleiben. Dies gilt nicht für die aus Tiefen von mehr als ca. 0,5 m untersuchten Proben. Diese wiesen keine Überschreitungen der Vorsorgewerte auf.

Die bei der Baumaßnahme anfallenden Böden können nach den Analyseergebnissen alle einer Verwertung zugeführt werden.

9.5.2 Gründung

Die aufgefüllten Schichten können für die Gründung von Bauwerken nicht genutzt werden. Bei der Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH5) wiesen diese Schichten sehr geringe Schlagzahlen auf (überwiegend 1 bis 3 Schläge für 10 cm Eindringtiefe). erst ab einer



Tiefe von ca. 10,0 m unter GOK nehmen die Schlagzahlen zu. Die in 10,2 m unter GOK gemessene sehr hohe Schlagzahl von 40 wurde voraussichtlich von einem Stein verursacht. Sie kann mit einem Schichtwechsel von aufgefüllten zu natürlich gewachsenen Böden in Zusammenhang stehen. Ab 10,8 m unter GOK liegen die Schlagzahlen konstant zwischen 10 und 11 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe. In dieser Tiefe ist mit tragfähigen Böden zu rechnen.



10 Zusammenfassung

Seit der Aufgabe des Güterbahnhofbetriebes durch die Deutsche Bahn Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts und Entfernung der wesentlichen Einrichtungen (Gleise und Schwellen) stehen große Teile nördlich des Bahnhofs Flensburg brach. Durch die auf Teilflächen begonnene Entwidmung der ehemaligen Bahnflächen besteht die Möglichkeit stadtplanerisch die in zentraler Stadtlage gelegenen Flächen der Südstadt einer neuen Nutzung zuzuführen. Hierzu wurden diese Flächen zum Sanierungsgebiet erklärt und entsprechend untersucht.

Die von den hier dargelegten Untersuchungen erfassten Flächen liegen im Teilbereich 5 des Sanierungsgebietes. Dieser Teilbereich umfasst die nördlich des Bahnhofs liegenden Flächen des ehemaligen Güterbahnhofs, Sportplatzes und ehemaligen Bauhofs. Gemäß Rahmenplan „Südstadt: Bahnhofsumfeld“ RV 14.02.2013 liegen hier die Baufelder M3 und W1.

In diesem Bereich liegen verschiedene altlastverdächtige Flächen bzw. nachgewiesene Altlasten, die sich überwiegend auf die Verfüllung der ehemaligen Mühlenteiche mit schadstoffbelasteten Materialien zurückführen lassen. Ein weiterer Belastungsschwerpunkt wurde innerhalb der aufgefüllten Schichten im Bereich und im Abstrom einer ehemaligen Einleitstelle einer Regenwasserleitung des Bw Flensburg lokalisiert (südöstlicher Bereich des Flurstückes 158 und Übergangsbereich zum Flurstück 82).

Auf der Grundlage der vorliegenden Altuntersuchungen wurde ein Untersuchungskonzept erarbeitet. Mit den Untersuchungen sollen Informationsdefizite behoben werden, die für die Bewertung der geplanten Umnutzung der Areale zu Wohnzwecken bestanden. Die Informationsdefizite betrafen folgende Bereiche:

1. Eignung der anstehenden Böden für eine Nutzung zu Wohnzwecken
2. Zusammensetzung der Bodenluft und daraus resultierende mögliche Gefährdungen
3. Zusammensetzung des im Boden befindlichen Wassers und dessen Wirkungen auf Baukörper
4. Tragfähigkeit des anstehenden Untergrundes
5. Eignung tiefliegender Flächen zur Versickerung des auf den versiegelten Flächen anfallenden Oberflächenwassers

Zu 1: Im vorliegenden Fall geht es nicht um die Prüfung eines möglicherweise bestehenden Altlastenverdachtens bzw. der Feststellung, ob bei der derzeitigen Nutzung eine Gefährdung zu befürchten ist und sich daraus ein Handlungsbedarf ergibt. Mit der geplanten Schaffung eines Wohngebietes werden die bekannten Ablagerungsflächen einer sensibleren Nutzung zugeführt. Für diese neue Nutzung der Fläche sind die Voraussetzungen so zu schaffen, dass von den im Untergrund vorhandenen oder verbleibenden Schadstoffen langfristig keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen können.



Gemäß dem Altlastenerlass des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 darf ein Bauleitplan nicht zu städtebaulichen Missständen oder Gefahren im Sinne des Ordnungsrechts bzw. nicht zu Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen im Sinne des BBodSchG führen oder sie sanktionieren. Der Bebauungsplan hat unterhalb dieser Schwelle Schutz zu gewährleisten (sogenanntes bauleitplanerisches Vorsorgeprinzip).

Da die Prüfwerte der BBodSchV den untersten Wert angeben, bei dessen Überschreitung eine schädliche Bodenveränderung nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann, kann es im Sinne der planerischen Vorsorge sinnvoll sein, eine Unterschreitung der Prüfwerte anzustreben. Im Erlass heißt es hierzu, dass die Vorsorgewerte der BBodSchV im Gegensatz zu den Prüfwerten auf die Vermeidung des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen durch zukünftige Stoffeinträge ausgerichtet sind.

Aus der Nutzung des Bodens darf keine Gefahr für die Nutzer entstehen. Der Bauleitplan darf deshalb keine Nutzung vorsehen, die mit einer vorhandenen oder vermuteten Bodenbelastung auf Dauer unvereinbar und deshalb unzulässig wäre. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Träger der Bauleitplanung mit der Ausweisung von Bauland das Vertrauen erzeugt, dass die ausgewiesene Nutzung ohne Gefahr realisierbar ist. Insoweit besitzt der Bebauungsplan eine Verlässlichkeitsgrundlage für Eigentümer oder Bauwillige beim Erwerb von Grundstücken sowie bei der Errichtung oder den Kauf von Wohnungen.

Hierfür ist zu klären, ob eine Besorgnis besteht, dass trotz einer sachgemäßen Nutzung der Flächen zukünftig schädliche Bodenveränderungen in Bodentiefen entstehen können, die bei den Anwohnern zu Einschränkungen führen können. Hierbei geht es um mit der Nutzung zusammenhängende unvermeidbare Einträge von Schadstoffen, die auch bei einer sachgerechten Nutzung vorhanden sind. Dies gilt z. B. für Stoffeinträge über den Luftpfad wie bei den ubiquitär vorhandenen PAK oder Schwermetallen oder um Einträge durch Düngung und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Zu 2: In alten Untersuchungen wurde Methan in der Bodenluft festgestellt. Methan ist ein leicht entzündliches Gas, das zusammen mit Luft-Sauerstoff zwischen 4,4 Vol.-% und 16,5 Vol.-% explosionsfähige Gasgemische bildet. Kann Methan in der Bodenluft nachgewiesen werden, sind für die geplante Bebauung Vorkehrungen zu treffen, durch die ein Eindringen von Methan in die Gebäude und eine Anreicherung in schlecht durchlüfteten geschlossenen Räumen vermieden wird. Dies kann durch bauliche Anpassungen bei der Herstellung der Gebäudegründung oder Gebäudesohle (Keller/Erdgeschoss) passiv erfolgen oder durch eine aktive Belüftung und Absaugung sichergestellt werden.

Ähnliches kann erforderlich werden, wenn die Kohlendioxid-Konzentrationen der Bodenluft stark erhöht sind.



Zu 3: Das im Untergrund anstehende Wasser kann Bauteile aus Beton oder Stahl korrosiv angreifen, so dass spezielle Schutzmaßnahmen getroffen werden müssten. Durch chemische Analyse kann die potentielle Gefährdung bestimmt werden.

Zu 4: Es ist die Tiefe tragfähiger Böden nachzuweisen, auf denen die Bauwerke gegründet werden können.

Zu 5: Nach den derzeitigen Planungen sollen auf den tiefliegenden Flächen des Sportplatzes Rückhaltebecken und Versickerungsflächen geschaffen werden, so dass der auf versiegelten Flächen anfallende Oberflächenabfluss gedrosselt in den Gleisbach abgeleitet werden kann. Die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ist zu prüfen.

Im Juni 2014 wurden die Untersuchungen vor Ort von dem Bohrunternehmen Grisar Bohrentechnik, Kronshagen, ausgeführt. Die chemische Analytik wurde von dem Laboratorium UCL Umwelt Control Labor, Niederlassung Kiel, vorgenommen.

Es wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

- Kleinbohrungen (KB1 bis KB12) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen,
- Kleinbohrungen (B1 bis B5) zur Erkundung der Mächtigkeit der Auffüllungen und der Zusammensetzung der Auffüllungen sowie der unterhalb anstehenden natürlich gewachsenen Bodenschichten,
- Einrichten temporärer Bodenluftpegel in ausgewählten Kleinbohrungen zur Untersuchung der Bodenluftzusammensetzung, bei Bedarf Entnahme einer Bodenluftprobe und Analyse auf leichtflüchtige Schadstoffe,
- Einrichten temporärer Wasserpegel in ausgewählten Kleinbohrungen zur Messung der vor Ort Parameter und zur Entnahme einer qualifizierten Wasserprobe für die chemische Analytik zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität,
- Durchführen von rasterförmigen Kleinbohrungen auf Teilflächen (EB1 bis EB3 und EB5) zur Entnahme tiefenorientierter Mischproben zur Untersuchung der Zusammensetzung der Auffüllungen hinsichtlich ihrer Eignung als Unter- oder Oberböden (Wiedereinbau) oder der Möglichkeit der externen Verwertung bzw. des Erfordernisses einer Entsorgung,
- Auswahl von Bodenproben der Kleinbohrungen zur chemischen Analyse zur Feststellung der Schadstoffbelastung oder zur Feststellung der Eignung als Ober- bzw. Unterböden für die vorgesehene Nutzung,
- Durchführung von Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH1 bis DPH5) parallel zu den Kleinbohrungen B1 bis B5 zur Feststellung der potentiellen Tragfähigkeit der Böden,
- Auswahl von Bodenproben zur Bestimmung bodenphysikalischer und bodenmechanischer Kennwerte.



Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Eignung anstehender Boden

Mit Ausnahme des humosen Oberbodens im Bereich des Sportplatzes (nördliche Teilfläche des Flurstückes 158) stehen auf den Flurstücken 158 (Süd), 82 und 83 keine Böden an, die für die Schaffung eines Wohngebietes geeignet sind. Auf dem Flurstück 172 / 100 gilt dies für die obersten ca. 0,5 m.

Gegenüber den derzeitigen Nutzungen ergeben sich mit der Schaffung eines Wohngebietes geänderte Wirkungspfade, die bewertet werden müssen. Die geplante Nutzung entspricht einer Wohnnutzung (mehrgeschossige Bauweise) ohne eine eigene Hausgartennutzung. Zwischen den Gebäuden werden allgemein zugängliche Grünflächen entstehen sowie gesonderte Spielflächen. Maßgeblich sind die Wirkungspfade Boden – Mensch. Der Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze – Mensch kann nach den derzeitig vorliegenden Planungen ausgeschlossen werden.

In der BBodSchV werden Vorgehensweisen zur Überprüfung eines Altlastverdachts im Sinne einer Gefahrenabwehr erläutert. Hierfür stehen Maßnahmen- und Prüfwerte zur Verfügung. Die Maßnahmen- und Prüfwerte werden hinsichtlich verschiedener Wirkungspfade differenziert.

Werden die in der BBodSchV aufgeführten Maßnahmenwerte überschritten, ist der Altlastverdacht bestätigt. Werden die Prüfwerte überschritten, ist eine auf den Einzelfall bezogene Bewertung erforderlich, inwieweit weitergehende Maßnahmen zu ergreifen sind. Werden die Prüfwerte unterschritten, ist im Allgemeinen der Altlastenverdacht ausgeräumt.

Im vorliegenden Fall geht es nicht um die Prüfung eines möglicherweise bestehenden Altlastenverdachts bzw. der Feststellung, ob bei der derzeitigen Nutzung eine Gefährdung zu befürchten ist und sich daraus ein Handlungsbedarf ergibt. Mit der geplanten Schaffung eines Wohngebietes werden Ablagerungsflächen einer sensibleren Nutzung zugeführt. Für diese neu geschaffene Nutzung der Flächen sind die Voraussetzungen so zu schaffen, dass von den im Untergrund vorhandenen oder verbleibenden Schadstoffen langfristig keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen können. Dieser Sachverhalt wird im gemeinsamen Altlastenerlass des Innenministeriums und des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein vom 6. Dezember 2010 (Amtsblatt für Schleswig-Holstein 2010 (Ausgabe 20. Dezember 2010) behandelt.

Hierfür ist zu klären, ob eine Besorgnis besteht, dass auch bei sachgemäßer Nutzung der Flächen zukünftig keine schädlichen Bodenveränderungen in den maßgeblichen Bodentiefen entstehen können, die bei den Anwohnern zu Einschränkungen führen würden. Hintergrund ist, dass auch bei sachgemäßer Nutzung über die Luft, die Ablagerung von Stäuben, dem Aufbringen von Düngemitteln oder Torf o. ä. ein Eintrag von Schadstoffen unvermeidlich ist.



In der BBodSchV werden im Anhang 2 diesbezüglich Vorsorgewerte genannt.

Bei der Festlegung der Vorsorgewerte wurde mit berücksichtigt, dass Schadstoffe zum Teil ubiquitär in der Umwelt vorhanden sind und z. B. über den Luftpfad bzw. auch durch eine sachgerechte Nutzung, wie z. B. durch Düngung auf Flächen eingetragen werden.

Werden die Vorsorgewerte unterschritten, dann besteht nach derzeitigem Wissen bei einer der vorgesehenen Nutzung entsprechenden sachgerechten Bewirtschaftung der Flächen keine Besorgnis zukünftiger schädlicher Bodenveränderungen. Werden die Vorsorgewerte überschritten, dann ist die Besorgnis zu prüfen.

Die im vorliegenden Fall an die Qualität von Böden gemäß dem Vorsorgegedanken zu stellenden Anforderungen sind strenger auszulegen, als die zur Gefahrenabwehr. Es sind deshalb Werte unterhalb der Prüfwerte maßgeblich, wie z. B. die Vorsorgewerte.

Für die Beurteilung sind ferner die zu untersuchenden Bodentiefen von Bedeutung. Die für die Herstellung der Häuser und die Herstellung der Ver- und Entsorgungseinrichtungen erforderlichen Bauleistungen (u. a. Erdarbeiten) erreichen Bodentiefen, die je nachdem ob Keller zugelassen werden oder nicht, bis in Bodentiefen zwischen der GOK und ca. 1,5 m (ohne Keller) oder ca. 3,0 m (mit Keller) reichen können. Werden Tiefgaragen geplant können auch größere Tiefen entscheidend sein.

Nach Herstellung und Bezug können bei einer typischen Nutzung der Grünflächen Bodentiefen bis maximal ca. 1,0 m bearbeitet werden (z. B. Herstellen von Zäunen oder Sichtschutzwänden, Aufstellen von Spielgeräten, Pflanzung von Bäumen, Sträuchern). Die normalen Nutzungstiefen bei der Pflege der Grün- und Spielflächen beschränkt sich auf 10 cm bis ca. 35 cm (ca. 1,5fache Spatentiefe).

Um langfristig Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausschließen zu können, sollte sichergestellt werden können, dass in den nach Herstellung der Gebäude und Anlagen genutzten Bodentiefen die Vorsorgewerte eingehalten werden. Unseres Erachtens sollte dies auch einschließen, dass bis in diese Bodentiefen Böden anstehen, die weitestgehend frei von mineralischen und nichtmineralischen Fremdbestandteilen sind. So kann verhindert werden, dass bei der Nutzung Ziegel- und Bauschuttreste oder andere Fremdbestandteile in den oberflächennahen sichtbaren Untergrund gefördert werden.

Hierfür sind die vorhandenen Böden entsprechend auszubauen und durch gelieferte Böden geeigneter Qualität (Einbauklasse 0 der LAGA TR Boden bzw. Nachweis < Zuordnungswerte Z0) zu ersetzen. Nach den beiden, jeweils 600 m² großen, untersuchten Teilflächen können einzig die humosen Oberböden des Sportplatzes (nördlicher Fußballplatz auf dem Flurstück 158) zum Wiedereinbau genutzt werden. Dies ist durch baubegleitende Untersuchungen zu verifizieren.



Sofern die vorgenannten Gesichtspunkte für den Bodenaustausch eingehalten werden, kann auf das Ausbringen von zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. der Einbau von Trennvliesen oder Geogittern, unseres Erachtens verzichtet werden. Genauere Aussagen können nur getroffen werden, wenn die Planungen zur Weiterentwicklung der Flächen und der unterschiedlichen Nutzungen weiter vorangeschritten sind. Besonders zu schützende Bereiche, wie öffentliche Spielplätze sollten durch den Einbau von entsprechenden Grabsperren (z. B. mit Hilfe eines Geogitters) zusätzlich gesichert werden.

Bodenluft

Im Untergrund der Flurstücke 82 und 158 wurde Methan in einzelnen Pegeln in der Bodenluft nachgewiesen. Die Untersuchungsergebnisse lassen aber keine Rückschlüsse über die Höhe der Abbauraten der organischen Substanzen und Neubildungsraten oder Nachlieferungsraten an Methan zu. Die in einzelnen Proben untersuchten AT4-Werte lagen in allen Versuchen unterhalb der versuchsbedingten Nachweisgrenze. Dies deutet darauf hin, dass die in den aufgefüllten Schichten vorhandenen organischen Substanzen schon weitgehend von Mikroorganismen umgesetzt wurden. Das heißt, leicht mikrobiologisch abbaubare Bestandteile der organischen Substanzen, die zu einer hohen Freisetzung und Nachlieferung von Methan führen würden, sind im Untergrund nicht mehr verfügbar. Es werden nur noch die langsam abbaubaren Stoffe von den Mikroorganismen umgesetzt. Dies spricht für eine geringe Nachlieferungsrate, so dass auf diesen Flurstücken passive Maßnahmen zum Schutz der Bauwerke und Schächte ausreichen können.

Wir empfehlen, dass zur endgültigen Festlegung der erforderlichen Maßnahmen zur Gassicherung der auf den beiden Flurstücken herzustellenden Bauwerke nähere Untersuchungen zur Gasnachlieferung ausgeführt werden.

Auf dem Flurstück 83 konnte in der Bodenluft kein Methan mehr nachgewiesen werden. Die Kohlendioxid-Konzentrationen waren allerdings deutlich erhöht und die Sauerstoff-Konzentrationen reduziert.

Auch wenn kein Methan in nachweisbaren Konzentrationen in der Bodenluft gemessen wurde, zeigen die Sauerstoff- und Kohlendioxid-Konzentrationen einen Abbau organischer Substanz durch Mikroorganismen an. Die Mikroorganismen verbrauchen beim Abbau der organischen Substanz Sauerstoff aus dem Porenraum des Bodens und geben bei der Atmung Kohlendioxid in den Porenraum ab. Aus diesem Grund sind in allen Böden die Kohlendioxid-Konzentrationen gegenüber der Konzentration in der Atmosphäre deutlich erhöht und die Sauerstoff-Konzentration erniedrigt.

Wird der im Boden verfügbare Sauerstoff durch den Gehalt an organischer Substanz und die Aktivität der Mikroorganismen stärker verbraucht als er nachgeliefert wird, entstehen anaerobe Verhältnisse. Die im Boden vorhandenen Mikroorganismenarten und deren Abbauewege der organischen Substanzen ändern sich. Es beginnt eine anaerobe Atmung, bei der neben



Kohlendioxid auch Methan freigesetzt wird. Da auf dem Flurstück 83 kein Methan in der Bodenluft gemessen wurde, scheint die Nachlieferung von Sauerstoff so ausreichend zu sein, dass anaerobe Abbauprozesse nicht mehr stattfinden, bzw. ggf. örtlich freigesetztes Methan noch innerhalb des Bodens zu Kohlendioxid umgesetzt wird.

Da Abbauprozesse vorhanden sind und sich durch die geplanten baulichen Maßnahmen die Bedingungen im Untergrund ändern können, wird für die geplante Bebauung empfohlen, Vorkehrungen zu treffen, durch die ein Eindringen von Kohlendioxid und / oder Methan in die Gebäude und eine Anreicherung in schlecht durchlüfteten geschlossenen Räumen oder Bauteilen vermieden wird. Dies kann durch bauliche Anpassungen bei der Herstellung der Gebäudegründung oder Gebäudesohle (Keller/Erdgeschoss, Leitungstrassen, Schächte) passiv erfolgen.

Aus den auf dem Flurstück 172 und 100 ausgeführten Untergrundaufschlüssen ergeben sich keine Hinweise auf Probleme bezüglich der Zusammensetzung der Bodenluft. Die aufgefüllten Schichten enthielten nur an der Oberfläche bzw. in den obersten 5 Dezimetern Fremdbestandteile. In den tieferen Schichten fehlten Fremdbestandteile oder Hinweise auf erhöhte Gehalte an organischen Substanzen, die auf eine erhöhte mikrobiologische Aktivität schließen ließen. Es konnten auch keine natürlich gewachsenen Mudde- oder Torfschichten erbohrt werden.

Leichtflüchtige Schadstoffe wurden wenn, dann nur in geringen Konzentrationen über den Summenwert der Messung mit dem Photoionisations-Detektor (PID) nachgewiesen. Mit dem PID wird die Summe einer Vielzahl leichtflüchtiger Stoffe nachgewiesen, ohne dass der Messwert quantitativ einzelnen Schadstoffe zugewiesen werden kann. Mit Summenkonzentrationen um die 4 ppm ergeben sich keine Hinweise auf maßgebliche Schadstoffgehalte. Wegen der erforderlichen Sicherung der Bauwerke gegen den Zutritt von Methan oder Kohlendioxid ergibt sich auch ein ausreichender Schutz gegen den Zutritt leichtflüchtiger Spurenstoffe. Weitergehende Maßnahmen sind diesbezüglich unseres Erachtens nicht erforderlich.

Bodenwasser

Bodenwasser konnte wegen der zumeist bindigen bzw. organogenen Schichten, die allesamt gering wasserleitenden sind, nur aus drei Ansatzpunkten gewonnen werden. Diese lagen alle auf dem Flurstück 158 (B2, KB5 und KB9).

In keiner der Wasserproben wurden chemische Stoffe analysiert, die ein erhöhtes Risiko für eine Korrosion von Beton oder Stahl erkennen lassen. Die Expositionsklasse für Beton liegt unterhalb von XA1. Die für die Aggressivität im Unterwasserbereich und der Wasser-Luft-Grenze für unlegierte und niedriglegierte Stähle bestimmten Werte liegen alle im positiven Bereich.



Gründung

Die aufgefüllten Schichten sind für eine Gründung der Bauwerke nicht geeignet. Auch die unterhalb der Auffüllungen anstehenden natürlich gewachsenen Mudde- und Torf-Schichten sind als nicht tragfähig und setzungsempfindlich zu bezeichnen. Tragfähige Schichten stellen erst die natürlich gewachsenen Geschiebeböden (Geschiebelehm oder Geschiebemergel) dar bzw. auf der südlichen Teilfläche (Flurstücke 172 und 100) die unterhalb der Auffüllung erbohrte Kies-Schicht (in einem Aufschluss (KB6)).

Die Tiefe, in der mit tragfähigen Schichten gerechnet werden kann schwankt zwischen ca. 10 m (Flurstücke 83, 172 und 100), 11 m bis 13 m (Flurstück 158) und 17 m (Flurstück 82).

Bei der Herstellung der Pfahlgründungen ist der tiefere Untergrund vor Schadstoffeinträgen durch Verschleppungen zu schützen. Die Schadstoffverschleppungen können zum einen während der Herstellung der Pfähle beim Einbringen in den Untergrund auftreten, indem direkt am Pfahlkopf oder an der Pfahlwandung anhaftende Partikel mitgerissen werden. Zum anderen durch entlang der Pfahlwandungen neu geschaffene Wegigkeiten für belastete Wässer.

Zur Sicherung des tieferen Untergrundes stehen verschiedene technische Möglichkeiten zur Verfügung. Es können Pfähle mit Verdrängungsspitzen eingesetzt werden, die aufgrund ihrer Kopfgeometrie die Verschleppung beim Einbringen minimieren. Alternativ können die Pfähle innerhalb einer zuvor hergestellten Dichtungsplombe eingebracht werden. Die Randumläufigkeiten an der Pfahlwandung können auch durch eine nachträgliche Verpressung von quellfähigen Tonmineral-Zementgemischen verhindert werden. Welche der genannten Möglichkeiten am Besten geeignet sind, hängt von den Bauwerken und den von ihnen ausgehenden Lasten ab. Eine Festlegung ist im Zuge der nachfolgenden Planungen (Objekt- und Tragwerksplanung) vorzunehmen.

Setzungen treten bei den auf Pfählen tiefgegründeten Bauwerken nur in sehr geringem Maß auf. Sofern auf den Flächen zwischen den Bauwerken keine zusätzlichen Lasten, wie z. B. bei einer Geländeaufhöhung, aufgebracht werden, sind Setzungen nur in dem Maße zu erwarten, wie dem Untergrund durch den mikrobiologischen Abbau organischer Substanzen Bodenmasse entzogen wird. Eine genauere Prüfung, inwieweit Leitungen und Gebäudedurchlässe gesondert zu schützen sind, kann nur im Zuge der weiteren Planungen vorgenommen werden.



Versickerungsfähigkeit

Die natürliche Versickerungsfähigkeit ist im Bereich des Flurstückes 158 nur sehr eingeschränkt. Der Flurabstand ist nach den im Untergrund nachgewiesenen Wasserspiegeln nur gering und die aus der Bodenansprache ableitbaren Durchlässigkeitsbeiwerte sehr niedrig. Bei den Planungen muss davon ausgegangen werden, dass eine Versickerung vernachlässigbar ist und das entsprechend große Rückhaltevolumina zu berücksichtigen sind, die von der insgesamt neu versiegelten Fläche und die in den Gleisbach ableitbaren Wassermengen abhängig sind.

Nutzung von Grundwasser

Auf den Flächen der deutschen Bahn wurden im Laufe der Jahre insgesamt 14 Grundwassermessstellen eingerichtet, von denen einige jedoch beschädigt und aktuell nicht mehr in Betrieb sind. Der Schwerpunkt der Messstellen konzentriert sich auf den südöstlichen Sportplatzbereich (Flurstück 158) sowie das benachbarte Flurstück 82. Grundwasseruntersuchungen wurden in diesem Bereich seit 1999 vorgenommen (Unterlagen [U3] bis [U21]).

Die älteste untersuchte Messstelle ist die Grundwassermessstelle B1, die 1999 eingerichtet wurde [U3]. Im Jahr 2001 wurden weitere Messstellen um die Messstelle B1 herum eingerichtet, vgl. [U7] die Pegel P1 bis P4. Das Grundwasser wurde in den Jahren 2002 bis 2005 regelmäßig im Auftrag des Bundeseisenbahnvermögens untersucht ([U8] bis [U14]). Im Jahr 2007 wurden Detailuntersuchungen vorgenommen, in deren Zuge weitere Messstellen ausgebaut wurden (P5 bis P12, vgl. [U15] und [U16]). In den Jahren 2008 bis 2013 wurde ein Grundwasser-Monitoring durch die Deutsche Bahn AG an den Grundwassermessstellen GWM1/09, P4, P6, P9 bis P12 fortgesetzt ([U17] bis [U21]).

In der Unterlage [U21] werden die seit 2008 vorgenommenen Grundwasseruntersuchungen zusammenfassend beschrieben. Dabei wurden PAK- und MKW-Konzentrationen oberhalb der oberen Maßnahmenschwellenwerte der LAWA im Grundwasser nachgewiesen. In den letzten Untersuchungen wurde ein leichter Rückgang der Schadstoffkonzentrationen festgestellt, wobei in der Messstelle P9 dauerhaft PAK-Konzentrationen ohne Naphthalin von mehr als 2,9 µg/l nachgewiesen wurden. Darüber hinaus traten noch einzelne Auffälligkeiten bei den im Grundwasser gelösten Arsen-Konzentrationen auf, die sich auf die westlichen Messstellen P11 und P12 beschränkten.

Alle diese Messstellen wurden innerhalb der aufgefüllten Schichten ausgebaut, so dass in diesen Messstellen der innerhalb des Altablagerungskörpers ausgebildete Grundwasserleiter erschlossen wird.



Das im Altablagerungskörper befindliche Grundwasser kann für Bewässerungszwecke oder andere Nutzungszwecke nicht genutzt werden. Zum einen muss davon ausgegangen werden, dass die Wasserqualität für eine Nutzung nicht geeignet ist. Zum anderen muss davon ausgegangen werden, dass die Höffigkeit des aus überwiegend bindigen Auffüllungen bestehenden Grundwasserleiters für eine Nutzung nicht ausreichend ist.

Auch eine Nutzung des unterhalb der aus den organischen Schichten und dem Geschiebemergel bestehenden Sperrschichten anstehenden Grundwassers sollte untersagt werden, damit dieser auch zur Trinkwassergewinnung genutzte Wasserleiter vor Verschleppungen von Schadstoffen durch Umläufigkeiten im Grundwasser geschützt bleibt. Siehe hierzu auch den nachfolgenden Punkt mit dem Hinweis der Unteren Wasserbehörde.

Nutzung Erdwärme

Hinsichtlich der ggf. vorgesehenen Nutzung von Erdwärme wird folgender Hinweis der Unteren Wasserbehörde gegeben:

"Aufgrund der vorhandenen Bodenbelastungen und einer möglichen Verschleppung von Schadstoffen in tiefere Grundwasserstockwerke ist der Bau von vertikalen Erdwärmesonden im gesamten Gebiet grundsätzlich ausgeschlossen. Der Bau von horizontalen Erdwärmekollektoren bis in übliche Tiefen von 2,00 m unter Geländeoberkante erscheint aus Sicht des Grundwasserschutzes möglich."

melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft

Dr. rer. nat. Andreas Claussen



Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lageplan Untersuchungsgebiet

Anlagen 2 ff Teilfläche Flurstück 158

- Anlage 2.1 Lageplan Teilfläche
- Anlage 2.2 Schichtenverzeichnisse Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 2.3 Profildarstellungen Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 2.4 Geologische Schnitte
- Anlage 2.5 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik gemäß LAGA/DepV
- Anlage 2.6 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik gemäß BBodSchV
- Anlage 2.7 Bodenluft, Protokolle und Prüfberichte Fa. UCL
- Anlage 2.8 Bodenwasser, Protokolle und Prüfberichte Fa. UCL
- Anlage 2.9 Prüfberichte bodenmechanischer und –physikalischer Untersuchungen

Anlagen 3 ff Teilfläche Flurstück 82

- Anlage 3.1 Lageplan Teilfläche
- Anlage 3.2 Schichtenverzeichnisse Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 3.3 Profildarstellungen Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 3.4 Geologische Schnitte
- Anlage 3.5 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik gemäß LAGA/DepV
- Anlage 3.6 Bodenluft, Protokolle und Prüfberichte Fa. UCL

Anlagen 4 ff Teilfläche Flurstück 83

- Anlage 4.1 Lageplan Teilfläche
- Anlage 4.2 Schichtenverzeichnisse Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 4.3 Profildarstellungen Untergundaufschlüsse Fa. Grisar
- Anlage 4.4 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik gemäß LAGA/DepV
- Anlage 4.5 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik gemäß BBodSchV



Anlage 4.6 Bodenluft, Protokolle und Prüfberichte Fa. UCL

Anlagen 5 ff Teilfläche Flurstücke 172 und 100

Anlage 5.1 Lageplan Teilfläche

Anlage 5.2 Schichtenverzeichnisse Untergundaufschlüsse Fa. Grisar

Anlage 5.3 Profildarstellungen Untergundaufschlüsse Fa. Grisar

Anlage 5.4 Geologischer Schnitt

Anlage 5.5 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik
gemäß LAGA/DepV

Anlage 5.6 Tabellarische Zusammenstellung Chemische Analytik
gemäß BBodSchV

Anlage 5.7 Bodenluft, Protokolle und Prüfberichte Fa. UCL

Anlage 6 Prüfberichte der UCL