

HPC AG, Niederlassung Hamburg
Blücherstraße 11
22767 Hamburg
Telefon: (040) 410 960 - 7
Telefax: (040) 410 960 - 99



Projekt-Nr. **2192337**

Ausfertigungs-Nr.

Datum **25.05.2020**

**Bodenuntersuchung zur Überprüfung des Altlastverdachts
Neubau einer vierzügigen Grundschule
Barsbütteler Weg
22113 Oststeinbek**

Auftraggeber **Gemeinde Oststeinbek**
Der Bürgermeister
Möllner Landstraße 20
22113 Oststeinbek

Bearbeiter:
M.Sc. Delf Trellert
Dipl. Geol. Oliver Böcker

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2. Unterlagen	5
3. Lage und örtliche Verhältnisse	7
3.1 Lage	7
3.2 Topografie und Vegetation	8
3.3 Geologie und Hydrogeologie	9
4. Baugrund- und Wasserverhältnisse	9
4.1 Aufschlussarbeiten	9
4.2 Probenahme	10
4.3 Baugrundsichtung	10
4.3.1 Hügellandschaft	10
4.3.2 Tennisplätze	12
4.3.3 Randbereich Sportplatz	13
4.3.4 Lärmschutzwall	14
4.4 Grundwasser	15
5. Umweltuntersuchungen Boden	15
5.1 Vorbemerkung	15
5.2 Verdachtsbereiche	16
5.3 Bewertungsgrundlage	16
5.4 Organoleptische Befunde	18
5.5 Schadstoffuntersuchung der Böden	18
5.5.1 Vorsorgewerte für Böden	20
5.5.2 Prüfwerte für Böden	21
5.5.3 Maßnahmenwerte für Böden	23
5.5.4 Einordnung gemäß LAGA	24
6. Gefährdungsabschätzung	26
6.1 Beurteilung der Analyseergebnisse	26
6.2 Auswirkung auf das Grundwasser	28
7. Bodenmanagement	28
7.1 Mengenangaben	29
7.2 Baustellenvorbereitung	29

7.3	Bodenabtrag (Oberboden)	30
7.4	Zwischenlagerung (Oberboden)	30
7.5	Wiedereinbau (Oberboden)	30
7.6	Sandige Auffüllungen/Sand	30
7.7	Extern angelieferte Materialien	31
8.	Massen- und Kostenermittlung Bodenentsorgung	31
8.1	Massenermittlung	31
8.2	Kostenermittlung	32
9.	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	32

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage des Untersuchungsgebiets (rot, Quelle: Digitaler Atlas Nord)	7
Abb. 2:	Die Einzelerhebungen (1 bis 3) der „Hügellandschaft“	8

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Mischprobenzusammenstellung und Untersuchungsparameter	18
Tab. 2:	Vorsorgewerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (Tab. 4.1) und Analyseergebnisse	20
Tab. 3:	Vorsorgewerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (Tab. 4.2) und Analyseergebnisse	21
Tab. 4:	Prüfwerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch Tab. 1.4	21
Tab. 5:	Analyseergebnisse der Schadstoffuntersuchungen gem. Tab. 1.4 BBodSchV	22
Tab. 6:	Maßnahmenwerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch Tab. 1.2	23
Tab. 7:	Analyseergebnisse der Dioxinuntersuchungen	24
Tab. 8:	Analyseergebnis und Auswertung der Mischproben gemäß LAGA	25
Tab. 9:	Bodenvolumina nach Bodenart	29
Tab. 10:	Volumina und Tonnagen zusätzlicher Erdbewegungen	31

Tab. 11: Mehrkosten Bodenaushub und -entsorgung

32

Anlagen

AL01: Lageplan Baugrundaufschlüsse

AL02: Bohr- und Sondierprofile

AL03: Geologische Schnitte

Anhang

AH01: Prüfberichte GBA

AH02: Schichtenverzeichnisse (nur digital)

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Auf dem Grundstück des ehemaligen Sportplatzes „Barsbütteler Weg“ in Oststeinbek soll eine vierzügige Grundschule neu errichtet werden. Das Grundstück befindet sich im Besitz der Gemeinde Oststeinbek und ist die bevorzugte Variante mehrerer möglicher Grundstücksoptionen.

Bauherr und Auftraggeber ist die Gemeinde Oststeinbek. Wir wurden am 25.02.2020 schriftlich beauftragt eine Schadstoffuntersuchung insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Dioxinbelastung der vorhandenen Auffüllung durchzuführen.

Ansprechpartnerin Gemeinde Oststeinbek: Hr. Reiser

Ansprechpartner Kreis Storman: Hr. Diekmann

Ansprechpartner HPC: Hr. Trellert

Auf dem oben genannten Grundstück befand sich bis zum Beginn der 1990er Jahre ein Sportplatz mit Schwarzgrand-Belag. Aufgrund des Verdachts auf die Verwendung dioxinhaltigen Materials wurden durch die Geocontrol GmbH (U1,

U2) Schadstoffanalysen durchgeführt. Dabei konnten erhöhte Dioxin- und Schwermetallgehalte nachgewiesen werden.

In einem Schreiben des Kreises Stormarn vom 04.04.1991 (U3) wurde über die weitere Behandlung der beim Sportplatzbau verwendeten Materialien entschieden. Gemäß den damaligen Nutzungsplänen konnte das Material unter einer Abdeckung aus mind. 0,6 m mächtigen unbelasteten Bodens im Untergrund verbleiben.

In Anbetracht der aktuellen Nutzungspläne wurde durch den Kreis Stormarn (U7) angeordnet den belasteten Unterbau unter der Aufschüttung aus Vorsorgegründen vollständig zu beseitigen.

Zweck dieses Gutachtens ist anhand von aktuellen Schadstoffanalysen den Zustand des Grundstückes vorrangig hinsichtlich der potenziellen Dioxin-Belastung zu bewerten. Darüber hinaus sollen anhand der neuen Ergebnisse die Kosten für die Entsorgung des vermeintlich belasteten Materials abgeschätzt, sowie Empfehlungen für das Bodenmanagement gegeben werden.

Neben den Erkundungsbohrungen zur Untersuchung des Altlastverdachts wurden Bohrungen für die geotechnische Untersuchung des Baugrunds abgeteuft. Die Erkenntnisse hieraus werden in dem bereits beauftragten Baugrund- und Gründungsgutachten zu einem späteren Zeitpunkt dargestellt und bewertet.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns neben der Ortskenntnis folgende Unterlagen zur Verfügung:

U1	Prüfbericht Nr. 100101 (Geocontrol GmbH, Lübeck)	23.11.1990
U2	Gutachten Nr.190702 (Geocontrol GmbH, Lübeck)	20.03.1991

U3	Stellungnahme des Umweltamtes (Kreis Storman)	04.04.1991
U4	Höhenriss nach Aufschüttung	k.A.
U5	Baugrunduntersuchung-Nr. 510132.1 (Erwatec Arndt Ingenieures. mbH, Hamburg)	27.10.2015
U6	Baugrunduntersuchung-Nr. 611002.2 (Erwatec Arndt Ingenieures. mbH, Hamburg)	29.01.2016
U7	Stellungnahme 1009 (Kreis Storman, FD 45 Abfall Boden und Grundwasserschutz)	02.01.2020
U8	Alter Lageplan Bolzplatz	k.A.
U9	DGM (IT-Verbund Stormarn)	k.A.
U10	Geländeschnitte, Maßstab 1:250 (ppp Architekten, Hamburg)	06.02.2020
U11	Lageplan Bodenaustausch, Maßstab 1:500 (ppp Architekten, Hamburg)	06.02.2020
U12	Geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein, Maßstab 1:250.000 (LLUR)	
U13	Schichtenverzeichnisse und Bodenproben aus 32 Kleinrammbohrungen (Geotechnik Nord GmbH, Bargteheide)	23.03.2020

Unser Bericht wurde auf Grundlage der oben genannten Unterlagen erstellt.

3. Lage und örtliche Verhältnisse

3.1 Lage

Die Gemeinde Oststeinbek liegt an der Ost-Grenze Hamburgs in unmittelbarer Nähe zur Autobahn A1 und gehört zum Kreis Stormarn im südöstlichen Schleswig-Holstein. Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Nordrand der Gemeinde. Im Norden befindet sich das Sportforum Oststeinbek, südöstlich grenzt die Helmut-Landt-Grundschule. Das Untersuchungsgebiet untergliedert sich in 3 Teilbereiche.

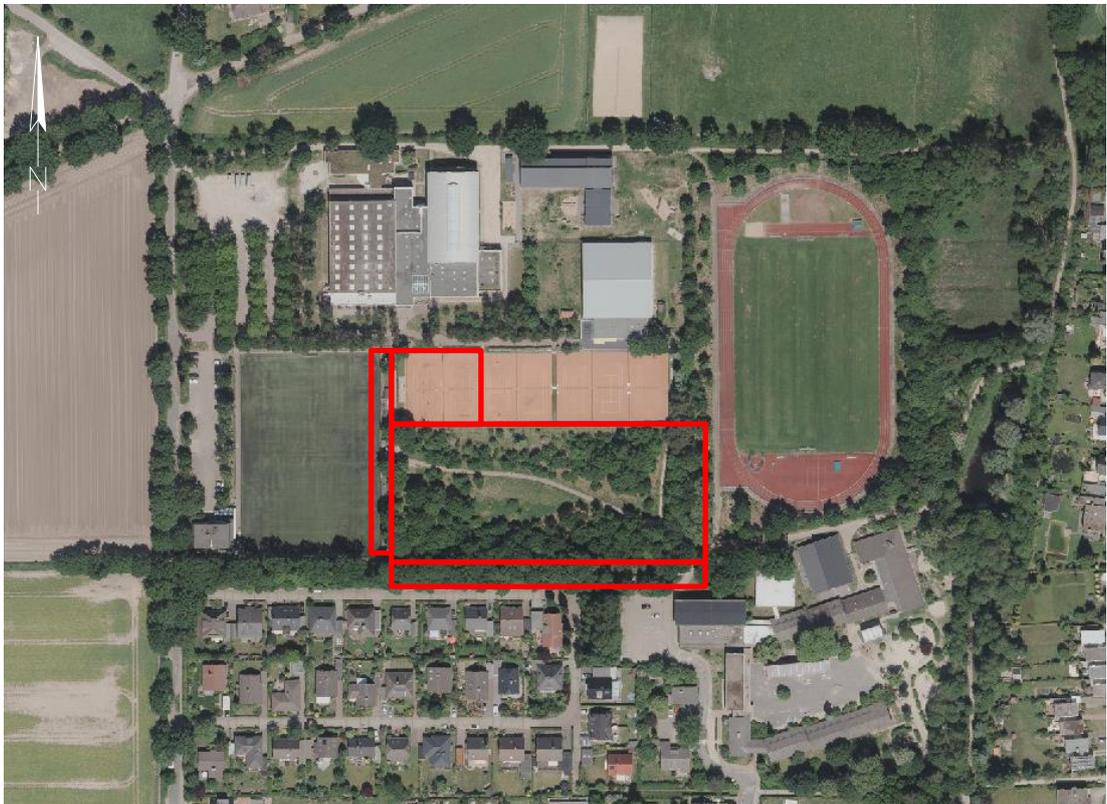


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets (rot, Quelle: Digitaler Atlas Nord)

Die „Hügellandschaft“ mit einer Gesamtfläche von ca. 10.760 m², die Tennisfelder und der Randbereich des angrenzenden Kunstrasenplatzes mit einer Gesamtfläche von ca. 1.724 m², sowie den im südlichen Teilbereich des Untersuchungsgebiets liegenden Lärmschutzwall mit einer Gesamtfläche von ca. 1.532 m².

3.2 Topografie und Vegetation

Die beiden Tennisplätze im nordwestlichen Teilbereich sind eben und unbewachsen. Der Randbereich des westlich angrenzenden Sportplatzes liegt etwa 2 m über dem Tennisplatz und ist mit Gras bewachsen. Die Hügellandschaft



Abb. 2: Die Einzelerhebungen (1 bis 3) der „Hügellandschaft“

ist im Wesentlichen aus 3 durch Wege und Pfade voneinander abzugrenzende Einzelhügel aufgebaut (siehe Abb. 2). Die Einzelhügel sind örtlich dicht mit Bäumen, Büschen und Gräsern bewachsen. Das Gelände fällt insgesamt von West nach Ost ein. Die maximale Höhendifferenz der Hügellandschaft wurde

mit 5,4 m ermittelt. Der südlich an die Hügellandschaft angrenzende Lärmschutzwall fällt dem allgemeinen Geländeverlauf folgend von West nach Ost ein. Der Höchste bei den Aufschlussarbeiten eingemessene Punkt liegt 3,35 m über dem anhand der Ansatzpunkte der Aufschlüsse ermittelten mittleren Geländeniveau von 23,8 mNHN.

3.3 Geologie und Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet ist gemäß U12 gekennzeichnet von quartären Lockersedimenten des Saale Komplexes. Von Nordost nach Südwest wurden glaziofluviale Sedimente, vor allem Sande abgelagert und bilden heute die oberflächennah anstehenden gewachsenen Lockergesteinsschichten.

Der östlich des Untersuchungsgebiet liegende Teich sowie der angrenzende Forellenbach wird als Grundwasservorfluter angenommen. Die Fließrichtung des Grundwassers ist demzufolge dem allgemeinen Geländeverlauf folgend von West nach Ost.

4. Baugrund- und Wasserverhältnisse

4.1 Aufschlussarbeiten

Die Aufschlussarbeiten wurden im Rahmen der Baugrund- und Altlastenuntersuchung vom Bohrunternehmer, der Geotechnik Nord GmbH, am 23.03.2020 mittels 32 Kleinrammbohrungen bis in Tiefen von 6 m (Baugrunduntersuchung) bzw. 3 m (Altlastenuntersuchung) erkundet.

Das Aufschlussraster richtet sich nach der vermuteten Lage des zusammengeschobenen, potenziell belasteten Materials anhand der Unterlage (U8) sowie der Geländemorphologie. Hierbei wurde der westliche Bereich der Hügellandschaft sowie die 3 höher aufgeschütteten Bereiche genauer untersucht.

Zusätzlich zur Hügellandschaft wurden auftragsgemäß die beiden Tennisplätze und der Randbereich des angrenzenden Kunstrasensportplatzes im Westen sowie der aufgeschüttete Lärmschutzwall im Süden mittels weiteren Kleinrammbohrungen untersucht.

4.2 Probenahme

Die Entnahme der gestörten Bodenproben erfolgte fachgerecht nach den geo- und umwelttechnischen Erfordernissen für die bodenmechanischen (ggf. folgend) und geochemischen Laboruntersuchungen.

Die kornanalytische Bewertung aller entnommenen Bodenproben wurde im HPC-eigenen Erdbaulabor vorgenommen und mit den Angaben des Bohrunternehmers in den Schichtenverzeichnissen abgeglichen.

Die Einzelproben werden derzeit in unserem Erdbaulabor für eine Rückstelldauer von 6 Monaten gelagert. Die endgültige Entsorgung der Proben erfolgt nach Absprache mit dem Auftraggeber.

Die Lage der Aufschlüsse ist auf der Anlage 01 dargestellt. Höhengerecht auf mNHN bezogene Bohrprofile enthält die Anlage 02. Aus den Bohrprofilen gezeichnete geologische Schnitte sind auf der Anlage 03 dargestellt.

Die Schichtenverzeichnisse sind auf gedruckten Gutachtenexemplaren nicht enthalten.

4.3 Baugrundsichtung

4.3.1 Hügellandschaft

Folgender grundsätzlicher Baugrundaufbau wurde in den Aufschlüssen angetroffen:

- Auffüllung Oberboden
- Auffüllung Sand
- Auffüllung Schlacke
- Sand

Der Schichtenverlauf ist im Allgemeinen homogen. Örtlich waren Oberboden und sandige organische Auffüllung nicht zu unterscheiden und wurden zu einer Schicht zusammengefasst. Als Unterscheidungskriterium wurde die Tiefe

der Schichtbasis herangezogen. Oberboden liegt erfahrungsgemäß nicht bis in Tiefen über einem Meter vor.

Auffüllung Oberboden

In 12 von 22 Bohrungen auf dem Teilbereich der Hügellandschaft wurde in den oberen 0,4 m bis 1,0 m aufgefüllter Oberboden mit organischen Anteilen (belebte Bodenzone) angetroffen. Die mittlere Oberbodenmächtigkeit beträgt 0,5 m. Hauptkomponente des Oberbodens ist Mittelsand, Nebenkomponekte Feinsand. Untergeordnet sind Schluff und Grobsand enthalten. Der organische Oberboden enthält Pflanzen- und Wurzelreste. Die Lagerungsdichte wird gemäß den Eindringwiderständen der Bohrsonde vom Bohrunternehmer erfahrungsgemäß als locker bis mitteldicht eingeschätzt. Die Schichtbasis liegt zwischen 19,7 mNHN (BS 27) und 24,9 mNHN (BS14).

Auffüllung Sand

Unterhalb des Oberbodens, bzw. örtlich als Vermischung mit Oberboden ab Geländeoberkante, steht eine sandige Auffüllung an. Die Hauptkörnungsteile sind Mittelsand und Feinsand. Untergeordnet sind Schluff, Grobsand und Kies enthalten. Örtlich sind weiterhin organische Bestandteile enthalten. Die Auffüllung enthält teilweise anthropogene Fremdbestandteile wie Betonbruch.

In den Bohrungen BS7, BS16 sowie BS23 bis BS26 wurden vereinzelt Schlackebestandteile angetroffen.

Die mittlere Mächtigkeit der sandigen Auffüllung beträgt 1,5 m. Die Schichtbasis liegt zwischen 19,1 mNHN (BS27) und 23,6 mNHN (BS13). Die Lagerungsdichte wird als locker bis mitteldicht eingeschätzt.

Auffüllung Schlacke

Unterhalb der Sandauffüllung wurde in den Bohrungen BS6 und BS14 – BS16 eine 0,1 m bis 0,4 m mächtige schwarze Schicht aus Schlacke, Sand und Kies angetroffen. Hierbei wird vermutet, dass es sich um die, Anfang der 1990er Jahre zusammengeschobene dynamische Schicht des ehemaligen

Sportplatzes handelt. Die Hauptkomponenten sind Sand, Kies und Schlacke. Untergeordnet sind vereinzelt organische Bestandteile enthalten.

Die Schichtbasis der schlackehaltigen Auffüllung liegt zwischen 22,7 mNHN (BS6) und 23,0 mNHN (BS16).

Sand

Unterhalb der Auffüllungen steht bis zur maximalen Endteufe von 6 m gewachsener Sand an. Ein Fortlaufen der Schicht in der Tiefe wird angenommen. Die Hauptkörnungsanteile liegen im Mittelsand- und Feinsandbereich. Untergeordnet sind Schluff und Grobsand enthalten. Mit zunehmender Tiefe wurden örtlich kiesige Bestandteile angetroffen. Die Lagerungsdichte des Sandes wird nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen zum Eindringwiderstand der Bohrsonde als mitteldicht eingeschätzt. Die erkundeten mindestens zu erwartenden Schichtmächtigkeiten liegen zwischen 0,5 m (BS13, BS14) und 5,1 m (BS4).

4.3.2 Tennisplätze

Folgender grundsätzlicher Baugrundaufbau wurde in den Aufschlüssen angetroffen:

- Tennenbelag
- Sand

Tennenbelag

Die oberen 10 bis 15 cm der Tennisplätze bestehen aus einer roten Auffüllung aus Sand und Kies (Tennenbelag). Untergeordnet sind Feinsand, Grobsand und Schluff enthalten. Die Schichtbasis liegt bei 22,6 mNHN (BS1) und 22,7 mNHN (BS2). Die Lagerungsdichte wird vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht eingeschätzt.

Sand

Unterhalb des Tennenbelags steht bis zur Endteufe von 3 m der vorher beschriebene gewachsene Sand an. Ein fortlaufen der Schicht im Untergrund wird angenommen.

4.3.3 Randbereich Sportplatz

Folgender grundsätzlicher Baugrundaufbau wurde in den Aufschlüssen ange-
troffen:

- Auffüllung Oberboden
- Auffüllung Sand
- Sand

Auffüllung Oberboden

In 2 der 3 Bohrungen im Randbereich des westlich angrenzenden Kunstrasen-
Sportplatzes bestehen die oberen 50 cm bis 60 cm aus aufgefülltem Oberbo-
den. Die Hauptkörnungsanteile sind Mittelsand und Feinsand. Untergeordnet
und in wechselnder Ausprägung sind Schluff und Grobsand enthalten. Die Auf-
füllung enthält vereinzelt Wurzelreste. Die Lagerungsdichte wird als locker bis
mitteldicht eingeschätzt. Die Schichtbasis liegt bei 24,3 mNHN.

Auffüllung Sand

Unterhalb des Oberbodens steht eine Auffüllung aus Mittelsand und Feinsand
an. Untergeordnet sind Grobsand und Kies enthalten. In BS21 steht die locker
bis mitteldicht gelagerte Auffüllung ab Geländeoberkante an. Die Schicht-
mächtigkeit liegt zwischen 0,7 m (BS3) und 1,4 m (BS21). Die Schichtbasis
wurde zwischen 23,4 mNHN (BS21) und 23,6 mNHN (BS3) erkundet.

Sand

Unterhalb der Auffüllung steht auch in diesem Bereich bis zur maximalen End-
teufe von 3 m der gewachsene Sand an (Beschreibung siehe 4.3.1).

4.3.4 Lärmschutzwall

Folgender grundsätzlicher Baugrundaufbau wurde in den Aufschlüssen angetroffen:

- Auffüllung Sand
- Sand

Auffüllung Sand

Der Lärmschutzwall besteht ab Geländeoberkante aus einer bis zu 4,1 m mächtigen sandigen Auffüllung mit Hauptkörnungsanteilen im Mittel- und Feinsandbereich. Untergeordnet sind Schluff, Grobsand und Kies enthalten. Die Auffüllung enthält organische Feinanteile sowie vereinzelt Wurzelreste. Daneben wurden anthropogene Beimengungen wie Ziegel- und Betonbruch angetroffen. Die Lagerungsdichte wird vom Bohrunternehmer als locker bis mitteldicht eingeschätzt. Die Schichtbasis wurde zwischen 19,3 mNHN (BS32) und 23,7 mNHN (BS28) erkundet.

Sand

Unterhalb der Auffüllung steht bis zur maximalen Endteufe von 6 m der gewachsene Sand an (siehe Kap. 4.3.1)

Hinweise

Trotz der nach unserer Erfahrung gewählten und in der Regel ausreichenden Aufschlussdichte sind Bohraufschlüsse systembedingt punktuelle Baugrunderkundungen. Abweichungen vom angetroffenen Baugrundaufbau sind daher möglich.

Sollte während der Ausführung der Erdarbeiten ein deutlich abweichender Baugrundaufbau festgestellt werden, so ist unser Büro umgehend zu verständigen.

4.4 Grundwasser

Bei den Bohrarbeiten wurde lediglich in den Bohrungen BS27 und BS32 Grundwasser angetroffen. Dabei wurde der Grundwasserstand bei 16,65 mNHN eingemessen. Es ist zu beachten, dass Bohrwasserstände verfahrensbedingt nicht vollständig ausgespiegelt sind.

Nach DIN 18533-1:2017-07 ergibt sich der Bemessungswasserstand aus dem Bemessungsgrundwasserstand (HGW) und dem Bemessungshochwasserstand (HHW), wobei der höhere Wert maßgebend ist. Hochwasser ist am Standort des zukünftigen Bauwerks nicht zu erwarten.

Der maximale Wasserstand (**Bemessungswasserstand**) ergibt sich für dieses Bauvorhaben aus den Bohrergebnissen, dem Schichtenaufbau und der hydrogeologischen Situation und wird für den Bauzustand auf 17,15 mNHN und für den Endzustand auf HGW = 17,65 mNHN festgelegt.

5. Umweltuntersuchungen Boden

5.1 Vorbemerkung

Bis zum Anfang der 1990er Jahre befand sich auf dem Untersuchungsgebiet (Hügellandschaft) ein ca. 100 m x 53 m großer Fußballplatz mit Schwarzgranddecke (Sand + Schlacke). Aufgrund des Verdachts auf den Einbau dioxinhaltiger Materialien wurden chemische Untersuchungen durch die Geocontrol GmbH durchgeführt (...). Dabei wurde eine Mischprobe aus 6 Schürfen bis in 0,3 m zusammengestellt. Demnach wurde sowohl die Schwarzgranddecke aus Schlacke und Sand (ca. 10 cm) als auch die darunter liegende gering schlackehaltige Tragschicht (ca. 20 cm) zu einer Mischproben zusammengestellt. Die Analyse ergab erhöhte Gehalte an Dioxinen und leicht erhöhte Gehalte an Schwermetallen. Spätere Analysen getrennt nach Schichten ergaben erhöhte Schwermetallgehalte lediglich in der 10 cm dicken Schwarzgranddecke aus Schlacke und Sand.

5.2 Verdachtsbereiche

Das Bohrunternehmen wurde bei der Probenahme angewiesen auf schlackehaltiges Material besonders zu achten und sofern möglich separat zu beproben. Die Proben wurden anschließend noch einmal im HPC eigenen Erdbau-labor angesprochen und eingehend auf das Vorhandensein oben genannten Materials untersucht. Sofern Schlackebestandteile in den Bohrproben festgestellt wurden sind die betreffenden Teilflächen als Verdachtsbereiche identifiziert.

5.3 Bewertungsgrundlage

Zur Beurteilung der untersuchten Parameter werden folgende Bewertungsgrundlagen herangezogen.

Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung

Am 17. Juli 1999 ist die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) in Kraft getreten. Sie ist das Kernstück des untergesetzlichen Regelwerks zum Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG). Zweck des Bodenschutzrechtes des Bundes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Der Geltungsbereich bezieht sich hierbei nur auf die wasserungesättigte Bodenzone. Sofern die wassergesättigte Zone betroffen ist gelten die einschlägigen Landesregelungen sowie das Wasserhaushaltsgesetz.

Die BBodSchV enthält die Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen und regelt die Anforderungen an die Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten. Der Anhang 2 der Verordnung enthält Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte, welche – in einer Art Stufenfolge – den Indikator für das Erfordernis von Prüfungen, Gefahrenabwehr- und Sanierungsmaßnahmen oder zu treffende Vorsorgemaßnahmen darstellen.

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) werden die folgenden vier Nutzungsarten unterschieden:

- Kinderspielflächen,
- Wohngebiete,
- Park- und Freizeitanlagen sowie
- Industrie- und Gewerbegrundstücke.

Abfallrechtliche Einordnung

Zur Bewertung der entsorgungsrelevanten sowie bei den geplanten Erdarbeiten umzulagernden und wieder einzubauenden Böden wurden Mischproben auf Grundlage der LAGA TR Boden 2004 beurteilt.

Im LAGA Merkblatt sind Zuordnungswerte für den Einbau von mineralischen Reststoffen/Abfällen definiert, wobei insgesamt 5 Einbauklassen unterschieden werden.

Länderspezifische Bewertungskriterien

Im Erlass vom 05.01.2017 des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein werden Anwendungsempfehlungen für die Bewertung von Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bezüglich des Wirkungspfads Boden-Mensch im Vorgriff auf die Novellierung der BBodSchV gegeben. In der BBodSchV wird ausschließlich die toxikologische Wirkung von Benzo(a)pyren (BaP) als Einzelsubstanz berücksichtigt. Da PAK in der Umwelt jedoch immer als Gemisch vorliegen empfiehlt der Altlastenausschuss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) überarbeitete auf BaP bezogene Prüfwerte. Diese wurden bei der folgenden Bewertung berücksichtigt.

Länderübergreifende Bewertungskriterien

Die Bund/Länder Arbeitsgruppe Dioxine hat in ihrem 2. Bericht 1993 Richtwerte und Handlungsempfehlungen zur Bodennutzung vorgeschlagen. Hierbei werden die Richtwerte und Handlungsempfehlungen insbesondere in Bezug auf eine landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung und -sanierung präzisiert.

5.4 Organoleptische Befunde

Neben der lithologischen Bodenansprache erfolgte eine sensorische (visuelle, geruchliche) Beurteilung der aufgeschlossenen Bodenprofile. Es konnten in der Auffüllung Beimengungen an Ziegel-, und Betonbruch sowie Schlacke festgestellt werden.

5.5 Schadstoffuntersuchung der Böden

Aus den Bohrproben wurden insgesamt 12 Mischproben aus jeweils ähnlichen Bereichen zusammengestellt. Dabei wurde der aufgefüllte Oberboden (MP1), die sandige Auffüllung mit vereinzelt Schlackebestandteilen (MP2, MP3, MP4), eine Schicht aus Schlacke und Sand (MP5), der gewachsene Sand unterhalb des Dioxin-Verdachtsbereichs (MP6, MP7, MP8), die um den Verdachtsbereich auf selbem Geländeniveau liegende sandige Auffüllung (MP9, MP10) zunächst getrennt betrachtet.

Tab. 1: Mischprobenzusammenstellung und Untersuchungsparameter

Probe	Bodenart	Bohrung /Probe	Tiefe (m)	Untersuchungsparameter
MP1	Auffüllung Oberboden	BS 4/1	0,00 - 0,50	Vorsorgewerte für Böden Tabelle 4.1 + 4.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2
		BS 5/1	0,00 - 0,50	
		BS 11/1	0,00 - 0,40	
		BS 12/1	0,00 - 0,60	
		BS 14/1	0,00 - 0,40	
		BS 16/1	0,00 - 0,40	
		BS 22/1	0,00 - 0,50	
		BS 23/1	0,00 - 0,75	
		BS 24/1	0,00 - 0,60	
		BS 25/1	0,00 - 0,40	
		BS 26/1	0,00 - 0,40	
		BS 27/1	0,00 - 1,00	
MP2	Auffüllung Sand + Schlacke	BS 7/2	1,00 - 2,00	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP3	Auffüllung Sand + Schlacke	BS 16/2	0,40 - 1,40	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2
		BS 23/2	0,75 - 2,10	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4

MP4	Auffüllung Sand + Schlacke	BS 24/2 BS 24/3 BS 25/2 BS 25/3 BS 26/2	0,60 - 1,30 1,30 - 2,00 0,40 - 1,00 1,00 - 2,40 0,40 - 1,50	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP5	Auffüllung Schlacke	BS 6/2 BS 14/4 BS 15/3 BS 16/3	1,35 - 1,40 2,10 - 2,50 2,00 - 2,10 1,40 - 1,50	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP6	Sand	BS 6/3 BS 7/3	1,40 - 3,00 2,00 - 3,00	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP7	Sand	BS 14/5 BS 15/4 BS 16/4 BS 23/3	2,50 - 3,00 2,10 - 3,00 1,50 - 3,50 2,10 - 3,00	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP8	Sand	BS 24/4 BS 25/4 BS/26/3	2,00 - 3,00 2,40 - 3,00 1,50 - 3,00	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.4
MP9	Auffüllung Sand	BS 4/2 BS 11/2 BS 11/3 BS 12/2 BS 12/3 BS 13/2 BS 22/2 BS 22/3	0,50 - 0,90 0,40 - 1,00 1,00 - 2,00 0,60 - 1,00 1,00 - 2,00 0,60 - 2,50 0,50 - 1,00 1,00 - 2,00	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2
MP 10	Auffüllung Sand	BS 8/1 BS 17/1 BS 18/1 BS 19/1 BS 19/2 BS 27/1 BS 27/2	0,00 - 1,30 0,00 - 1,30 0,00 - 1,30 0,00 - 0,90 0,90 - 1,40 0,00 - 1,00 1,00 - 1,60	BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) Tabelle 1.2
MP 11	Auffüllung Schlacke + Sand	aus MP 2 aus MP 3 aus MP 4 aus MP 5	1,00 - 2,00 0,40 - 2,10 0,40 - 2,40 1,35 - 2,50	LAGA Komplett
MP 12	Auffüllung Sand	BS 8/1 BS 9/1	0,00 - 1,30 0,00 - 1,30	LAGA Komplett

		BS 13/1	0,00 - 0,60	
		BS 13/2	0,60 - 2,50	
		BS 15/1	0,00 - 0,70	
		BS 19/1	0,00 - 0,90	
		BS 20/1	0,00 - 0,90	
		BS 26/1	0,00 - 0,40	
		BS 27/1	0,00 - 1,00	
		BS 27/2	1,00 - 1,60	

Darüber hinaus wurde eine Mischprobe aus dem gesamten Verdachtsbereich (MP11), sowie aus der bei den geplanten Erdarbeiten gemäß U10 umzulagernden sandigen Auffüllung (MP12) zusammengestellt. Vom chemischen Labor GBA wurden diverse Analysen gemäß den Tabellen 1.2, 1.4, 4.1, 4.2, gemäß BBodSchV sowie Analysen nach LAGA durchgeführt. Die Analysen der jeweiligen Mischproben sind in der Tab.1 zusammengefasst.

5.5.1 Vorsorgewerte für Böden

In den Tabellen 2 und 3 sind die Vorsorgewerte nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 des Bundesbodenschutzgesetzes sowie die Ergebnisse der chemischen Analysen dargestellt.

Vorsorgewerte sind Bodenwerte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung von geogenen oder großflächig siedlungsbedingten Schadstoffgehalten in der Regel davon auszugehen ist, dass die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht.

Tab. 2: Vorsorgewerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (Tab. 4.1) und Analyseergebnisse

Probe	Bodenart	Vorsorgewerte für Metalle [mg/kg]						
		Cadmium	Blei	Chrom	Kupfer	Quecksilber	Nickel	Zink
		0,4	40	30	20	0,1	15	60
MP1	A: Oberboden (Sand)	0,4	35	5,4	23	0,1	2,4	35

Die Untersuchungsergebnisse des Oberbodens (MP1) zeigen geringfügig erhöhte Kupfergehalte von 23 mg/kg. Die Gehalte an Cadmium (0,4 mg/kg) und Quecksilber (0,1 mg/kg) entsprechen dem Vorsorgewert. Alle anderen Werte sind unterhalb der Vorsorgewerte ermittelt worden. Organische Verbindungen wie PCB oder Benzo(a)pyren konnten nicht nachgewiesen werden. Die Werte liegen unter der Bestimmungsgrenze der Analysemethode. PAK konnten in geringen Konzentrationen (0,203 mg/kg) ermittelt werden.

Tab. 3: Vorsorgewerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (Tab. 4.2) und Analyseergebnisse

Probe	Vorsorgewert für organische Stoffe [mg/kg]		
	Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	Benzo(a)pyren	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK ₁₆)
	0,05	0,3	3
MP1	n.n. ¹⁾	n.n.	0,203

¹⁾ n.n. = nicht nachgewiesen

5.5.2 Prüfwerte für Böden

In Tabelle 4 sind die Prüfwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr.1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes für die direkte Aufnahme von Schadstoffen auf Kinderspielflächen, in Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücken in mg/kg Trockenmasse dargestellt.

Prüfwerte sind Werte, bei deren Überschreitung unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt.

Tab. 4: Prüfwerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch Tab. 1.4

Parameter	Prüfwert (mg/kg TM)			
	Kinderspiel-flächen (KSF)	Wohngebiete (WG)	Parkanlagen (PA)	Industrie und Gewerbe (I&G)
Arsen	25	50	125	140

Parameter	Prüfwert (mg/kg TM)			
	Kinderspiel-flächen (KSF)	Wohngebiete (WG)	Parkanlagen (PA)	Industrie und Gewerbe (I&G)
Blei	200	400	1000	2000
Cadmium	10	20	50	60
Chrom ges.	200	400	1000	1000
Cyanid ges.	50	50	50	100
Nickel	70	140	350	900
Queck-silber	10	20	50	80
Aldrin	2	4	10	-
<i>Benzo(a)pyren</i>	0,5	1	1	5
DDT	40	80	200	-
HCB	4	8	20	200
Hexachlor-cyclohexan	5	10	25	400
PCB ₆	0,4	0,8	2	40
PCP	50	100	250	250

Tabelle 5 enthält die zusammengefassten Analyseergebnisse im Überblick. Die ermittelten Werte liegen alle unter den Prüfwerten für eine Nutzung als Kinderspielfläche gemäß BBodSchV.

Tab. 5: Analyseergebnisse der Schadstoffuntersuchungen gem. Tab. 1.4 BBodSchV

Parameter	Messwert							Zuordnung							
	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	
As	5,6	2,8	10	11	1,2	1,3	1,9	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Pb	22	11	32	79	1,7	2,1	1,9	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Cd	0,36	0,23	1,0	3,3	<0,10	<0,0	<0,1	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Cr ges.	13	3,3	7,0	15	2,4	2,6	2,1	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Cyanid ges.	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Ni	3,1	2,8	8,2	19	1,9	2,2	2,1	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	
Hg	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	<0,10	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	

Parameter	Messwert							Zuordnung						
	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8
Aldrin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
Benzo(a)pyren	<0,05	0,058	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
DDT	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
HCB	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
Hexachlorcyclohexan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
PCB ₆	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF
PCP	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF

1) n.n. = nicht nachgewiesen

5.5.3 Maßnahmenwerte für Böden

In Tab. 6 sind die für die nachfolgende Bewertung zugrunde gelegten Maßnahmenwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 2 des Bundesbodenschutzgesetzes für die direkte Aufnahme von Dioxinen/Furanen auf Kinderspielflächen, in Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücken in ng/kg Trockenmasse in Feinboden als Summe der 2,3,7,8 – TCDD-Toxizitätsäquivalente nach NATO/CCMS dargestellt.

Tab. 6: Maßnahmenwerte gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch Tab. 1.2

Maßnahmenwert PCDD/F (I-TEq) [ng/kg TM]			
Kinderspielflächen (KSF)	Wohngebiete (WG)	Parkanlagen (PA)	Industrie und Gewerbe (I&G)
100	1.000	1.000	10.000

Maßnahmenwerte sind Werte, bei deren Überschreiten in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung auszugehen ist und Maßnahmen erforderlich sind.

Tab. 7: Analysergebnisse der Dioxinuntersuchungen

Analyse	Mischprobe									
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8	MP9	MP10
PCDD/F (I-TEq) [ng/kg TM]	9,1	4,9	5,5	27	105	n.n.	n.n.	0,05	0,19	5,8
Zuordnung	KSF	KSF	KSF	KSF	WG	KSF	KSF	KSF	KSF	KSF

¹⁾ n.n. = nicht nachgewiesen

In Tab. 7 sind die Ergebnisse der Dioxinanalysen dargestellt. Lediglich die Mischprobe, aus der bei den damaligen Erdarbeiten nicht durchmischten, schwarzen dynamischen Sportplatzschicht aus Schlacke und Sand (MP5) überschreitet der ermittelte Wert den Maßnahmenwert für Kinderspielflächen. In Bereichen, in denen sandige Auffüllung mit Schlackebestandteilen vorliegt (hier sind ehemalige Tragschicht und Dynamische Schicht vermischt, (MP2, MP3, MP4)) liegen die ermittelten Werte von max. 27 ng/kg deutlich unter dem Maßnahmenwert. Im gewachsenen Sand unterhalb der Verdachtsflächen (MP6, MP7, MP8) konnte nur in der MP8 ein Dioxinwert (0,05 ng/kg) ermittelt werden. Die Gehalte in den beiden übrigen Mischproben dieser Schicht liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Auffüllungen die sich auf demselben Geländeniveau westlich (MP9) und östlich (MP10) der Verdachtsbereiche befinden aber keine optisch wahrnehmbare Schlackebestandteile enthalten weisen Dioxingehalte von 0,19 ng/kg bzw. 5,8 ng/kg und liegen damit ebenso deutlich unter dem Maßnahmenwert.

5.5.4 Einordnung gemäß LAGA

Zwei Mischproben wurden gemäß LAGA M20 untersucht und bewertet (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Stand 05.11.2004).

Die Ergebniswerte sind in nachfolgender Tabelle 8 zusammengefasst.

Tab. 8: Analyseergebnis und Auswertung der Mischproben gemäß LAGA

Parameter	Einheit	Originalsubstanz (Feststoff)			
		MP11		MP12	
		Messwert	Zuordnung	Messwert	Zuordnung
Trockensubstanz	Gew. - %	76,8		77,6	
Cyanide, gesamt	mg/kg	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	<100	Z0	<100	Z0
Mobiler Anteil bis C22	mg/kg	<50	Z0	<50	Z0
EOX	mg/kg	<1,0	Z0	<1,0	Z0
TOC	Gew. - %	0,76	Z1	0,85	Z1
Arsen	mg/kg	6,8	Z0	22	Z1
Blei	mg/kg	33	Z0	34	Z0
Cadmium	mg/kg	1,0	Z1	0,28	Z0
Chrom, gesamt	mg/kg	6,8	Z0	5,6	Z0
Kupfer	mg/kg	19	Z0	21	Z1
Nickel	mg/kg	6,4	Z0	2,7	Z0
Quecksilber	mg/kg	<0,1	Z0	0,15	Z1
Thalium	mg/kg	<0,3	Z0	<0,30	Z0
Zink	mg/kg	81	Z1	36	Z0
LHKW	mg/kg	<1,0	Z0	<1,0	Z0
BTEX	mg/kg	<1,0	Z0	<1,0	Z0
PAK ₁₆	mg/kg	0,06	Z0	0,199	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	Z0	<0,05	Z0
PCB ₆	mg/kg	n.n.	Z0	n.n.	Z0
Eluat (100 g Probe / l)					
pH - Wert		6,6	Z0	6,6	
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	13	Z0	54	Z0
Chlorid	mg/l	<0,6	Z0	<0,6	Z0
Sulfat	mg/l	<1,0	Z0	6,9	Z0
Cyanid ges.	µg/l	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/l	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Arsen	µg/l	4,2	Z0	15	Z1.2
Blei	µg/l	2,9	Z0	2,1	Z0
Cadmium	µg/l	<0,3	Z0	<0,3	Z0
Chrom, gesamt	µg/l	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Kupfer	µg/l	2,3	Z0	4,2	Z0
Nickel	µg/l	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Quecksilber	µg/l	<0,2	Z0	<0,2	Z0
Zink	µg/l	<10	Z0	<10	Z0
Bewertung gemäß LAGA			Z1		Z1.2

Aus den Analysen ergibt sich, dass die Mischprobe mit schlackehaltigem Material (MP11) aufgrund erhöhter Gehalte an Cadmium (1,0 mg/kg) und Zink (81 mg/kg) der LAGA-Einbauklasse Z1 zuzuordnen ist. Zudem ist ein erhöhter (Z1) TOC-Gehalt (Total Organic Carbon) festgestellt worden.

Die Mischprobe aus der sandigen Auffüllung (MP12) ist aufgrund erhöhter Arsen-Gehalte im Feststoff (22 mg/kg) der LAGA-Einbauklasse Z1 zuzuordnen. Arsen-Gehalte von 0,015 mg/l im Eluat führen zu einer Einordnung in die LAGA-Einbauklasse Z1.2.

6. Gefährdungsabschätzung

6.1 Beurteilung der Analyseergebnisse

Die Untersuchung des **Oberbodens** im Hinblick auf die Vorsorgewerte für Metalle und organische Stoffe lassen es zwar nicht zu, den Oberboden als unbelastet einzustufen, allerdings besteht für die geplante Verwendung zur Geländemodellierung aufgrund der nur geringen Überschreitung des Wertes für Kupfer kein Gefahrenverdacht, der weitere Maßnahmen/Untersuchungen erforderlich macht. Die Ergebnisse der Dioxinuntersuchungen zeigen lediglich geringfügig und nur lokal erhöhte Dioxin-Gehalte. Der Oberboden kann auf dem eigenen Gelände wiederverwendet werden. Die Nutzung für landwirtschaftliche Zwecke ist jedoch aufgrund der Überschreitung der Vorsorgewerte zu unterlassen. Eine Nutzung für gärtnerische Zwecke ist möglich.

Gemäß den Analyseergebnisse der Mischproben aus der sandigen Auffüllung mit optisch erkennbaren Schlackebestandteilen (MP2, MP3, MP4) ist der Boden generell für eine Nutzung auf Kinderspielflächen geeignet. Anhand der Analyseergebnisse der MP5 (vermehrt Schlacke) ist wie vermutet festzustellen, dass die Dioxinbelastung aus der Schlacke stammt. Dadurch ist es möglich, dass in dieser Schicht im Einzelfall auch höhere Werte als in der Mischprobe vorhanden sind. Eine Gefährdung besteht somit dann, wenn das Material bei der Geländemodellierung freigelegt und die Möglichkeit der

Direktaufnahme durch Menschen geschaffen wird. Verbleibt das Material mit einem ausreichenden Abstand von mindestens 0,4 m im Untergrund (maximal von Kindern erreichbare Tiefe: 0,35 m) besteht keine Gefährdung.

Anhand der Analyseergebnisse gemäß LAGA ist die umzulagernde Auffüllung aufgrund erhöhter Arsen-Gehalte im Eluat der Einbauklasse Z1.2 zuzuordnen. Im Sinne des Grundwasserschutzes ist beim Wiedereinbau auf dem Grundstück auf einen ausreichenden Abstand zum Bemessungsgrundwasserstand zu achten.

Die lokal angetroffene geringmächtige Auffüllung aus Schlacke und Sand (MP5) weist in Ihrer Gesamtheit eine Überschreitung des Maßnahmenwertes für die direkte Aufnahme von Dioxinen auf. Somit besteht bei der Möglichkeit zur Direktaufnahme durch den Menschen hier eine Gefährdung nicht nur durch Einzelkomponenten innerhalb der Schicht. Zwar beträgt der ermittelte Abstand von Geländeoberkante bis Oberkante der Schlacke-Sand Auffüllung mind. 0,8 m (BS14 nach Aushub Baugrube) und ist somit in der Regel für eine Gefährdung durch direkte Aufnahme von Schadstoffen nicht relevant, jedoch ist in Bezug zur vorliegenden Stellungnahme des Kreis Stormarn, in dem die Entsorgung schlackehaltigen Materials gefordert wird, und im Sinne der Vorsorge die Entsorgung dieser Schicht zu einzuplanen.

Aufschlussverfahrensbedingt ist nicht auszuschließen, dass die zu entsorgende Auffüllung auch außerhalb des auf Anlage AL01 gekennzeichneten Bereichs in konzentrierten Nestern oder geringmächtigen Lagen vorhanden ist. Bei den Erdarbeiten ist daher besonders darauf zu achten, ob visuell deutlich abzugrenzende Bereiche im Boden zu erkennen sind.

Im **gewachsenen Sand** konnte keine schädliche Veränderung des Bodens festgestellt werden. Es hat kein Eintrag von Dioxinen, Schwermetallen oder schädlichen organischen Verbindungen stattgefunden. Der Boden ist daher als unbelastet einzustufen und für jegliche Wiederverwendung geeignet.

6.2 Auswirkung auf das Grundwasser

Die Analyse der gewachsenen Bodenschichten unterhalb der Verdachtsbereiche hat gezeigt, dass weder bei den Dioxinen noch bei den gemessenen anorganischen und organischen Schadstoffen der Tabelle 1.4 gemäß BBodSchV ein Schadstoffeintrag aus den überlagernden Schichten stattgefunden hat. Demzufolge ist ein Schadstofftransfer in das Grundwasser nicht zu erwarten.

Die Untersuchung des Eluats aus der bei den geplanten Erdarbeiten umzulaugernden Auffüllung (MP12) führte aufgrund der Arsen-Gehalte zur Zuordnung in die LAGA-Einbauklasse Z1.2. Gemäß den technischen Regeln der LAGA ist ein Wiedereinbau unter günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen möglich. Das bedeutet, dass in der Regel ein Abstand von mindestens 2 m zwischen Bemessungsgrundwasserstand und Schüttkörperbasis eingehalten werden soll.

Es ist anzumerken, dass es sich bei der MP12 um eine Orientierungshilfe handelt, in der die Schadstoffgehalte in der Auffüllung über eine Mischprobe großräumig erfasst wurden. Daher ist nicht auszuschließen, dass an entsprechender Stelle die Gehalte von dem ermittelten Wert abweichen können.

7. Bodenmanagement

Um das zukünftigen Geländeniveau und die Baugruben für die Gebäude wie geplant herzustellen, muss das Urgelände großflächig abgegraben bzw. aufgeschüttet werden. Zusätzlich ist aufgrund der Dioxinbelastung in einem Teilbereich die Abfuhr von Bodenschichten unterhalb der Geländeoberkante erforderlich. Um die schadstoffbelasteten Bereiche zu erreichen müssen die darüber liegenden Bodenschichten zusätzlich abgetragen werden.

Für das Bodenmanagement sind die folgenden Bodenschichten für eine Wiederverwendung relevant:

- Auffüllung Oberboden
- Auffüllung Sand
- Sand

7.1 Mengenangaben

Als Grundlage für die Massenermittlung diene das digitale Geländemodell (U9). Die Schichtgrenzen sind den Erkundungsbohrungen des aktuellen Aufschlussprogramms entnommen. Zur Abschätzung der Bodenqualität wurden die, im vorangegangenen Kapitel erläuterten, geochemischen Befunde herangezogen.

In der Tabelle 9 sind die berechneten Massen nach Bodenarten zusammengefasst. Um den Geländeverlauf wie geplant herzustellen werden insgesamt ca. 4.470 m³ Boden abgetragen. Demgegenüber steht ein benötigtes aufzufüllendes Volumen von ca. 7.800 m³. Somit bleiben 3.330 m³ die zusätzlich für die Geländemodellierung extern angeliefert werden müssen.

Der Oberboden (belebte Bodenzone) ist ein Schutzgut das bei den geplanten Erdarbeiten mit besonderer Beachtung zu behandeln ist.

Tab. 9: Bodenvolumina nach Bodenart

Bodenart	Volumen (abzutragen) [m ³]	Volumen (aufzufüllen) [m ³]
Auffüllung Oberboden	1.700	
Auffüllung Sand	2.700	
Sand	70	
Gesamt	4.470	7.800

7.2 Baustellenvorbereitung

Vor Beginn der Erdarbeiten ist der Baustellenbereich von Bäumen und Sträuchern zu befreien. Material, das zur Wiederverwendung geeignet ist, soll auf der Baustelle zwischengelagert werden. Hierfür sollten im Vorwege geeignete Bereiche ausgewählt und auf Plänen festgehalten werden.

7.3 **Bodenabtrag (Oberboden)**

Der Abtrag, die Zwischenlagerung oder das Ausbringen darf zu keiner schädlichen Bodenveränderung führen. Dies sind vor allem Verdichtungen und Vernässung.

Der Abtrag und Einbau von Oberboden ist gesondert von anderen Bodenbewegungen vorzunehmen. Da der Oberboden verdichtungsempfindlich ist, sollte der Abtrag in einem schonenden Verfahren erfolgen und keine unnötige Befahrung stattfinden. Hierfür geeignet sind Raupenbagger mit einer maximalen Bodenpressung von 15kPa.

7.4 **Zwischenlagerung (Oberboden)**

Es ist damit zu rechnen, dass Böden zumindest kurzzeitig zwischengelagert werden müssen. Beim Aufhalden ist darauf zu achten, dass es zu keiner Verdichtung oder Vernässung kommt. Der abgetragene Boden ist in Mieten von maximal 2 m Höhe zu lagern. Als Lagerungsort sollten keine Mulden oder Bereiche mit Stauwassereinfluss gewählt werden. Beim Aufhalden ist auf eine lockere Lagerung und eine möglichst gute Belüftung zu achten. Sollten Böden unerwartet länger gelagert werden ist eine Schutzvegetation aufzubringen.

7.5 **Wiedereinbau (Oberboden)**

Beim Einbau des Oberbodens besteht das gleiche Verschlechterungsverbot wie beim Bodenabtrag. Verdichtung, Vernässung und mangelnde Durchlüftung sind genauso vorzubeugen wie vorher beschrieben.

7.6 **Sandige Auffüllungen/Sand**

Gemäß den Ergebnissen der CAD-Berechnungen werden zur Geländemodellierung und beim Ausheben der geplanten Baugruben rund 2.700 m³ der sandigen Auffüllung sowie ca. 70 m³ des gewachsenen Sandes abgetragen. Diese sollen zur Geländeaufhöhung an anderer Stelle des Baufelds wiederverwendet werden. Die Lagerung sollte getrennt nach Bodenart in Mieten zu max. 3 m Höhe erfolgen. Die Materialien sind zunächst anhand der Bodenansprache aus geotechnischer Sicht für eine Verwendung beispielsweise als

Geländeunterbau, unterhalb von Bauwerken oder als Verfüllung von Baugrubenseitenräumen geeignet. Das Material ist als ausreichend verdichtungsfähig einzustufen. Genauere Angaben können anhand von weiteren Laborversuchen im Zuge der ggf. anschließenden Baugrundbeurteilung gegeben werden.

7.7 Extern angelieferte Materialien

Für die geplante Geländemodellierung ist die Anlieferung externer Materialien erforderlich. Hierfür ist die Verwendung von F1-Sand der LAGA-Einbauklasse Z0 einzuplanen.

8. Massen- und Kostenermittlung Bodenentsorgung

8.1 Massenermittlung

Die Auffüllungen wurden mit einem spezifischen Gewicht zu 1,8 t/m³ angenommen. In Tabelle 10 sind die Massen und Volumina den planerisch vorgegebenen Flächen B2, B3, B4, B8, B9, B10 (U11) zugeordnet und in 2 Teilflächen untergliedert. Hierbei wurden lediglich die Volumina und Massen ermittelt, die zusätzlich zu den in jedem Fall durch die geplante Profilierung des Geländes sowie zur Herstellung der Baugruben anfallenden Erdmassen zu bewegen und zu entsorgen sind. Die Aushubtiefen der beiden räumlich voneinander getrennten Baugruben wurde auf 23,98 mNHN und 19,48 mNHN angenommen.

Tab. 10: Volumina und Tonnagen zusätzlicher Erdbewegungen

Fläche Nr.	Volumen Schlacke [m ³]	Volumen Abraum [m ³]	Spezifisches Gewicht [t/m ³]	Masse Schlacke [t]	Masse Abraum [t]
B2, B3, B4	55,41	776,46	1,8	99,74	1.397,63
B8, B9, B10	320,01	1.965,75	1,8	576,02	3.538,35
Summe	375,42	2.742,21	1,8	675,76	4.935,98

8.2 Kostenermittlung

In Tabelle 11 werden die Kosten mit derzeit aktuellen Entsorgungspreisen ermittelt. Als Grundlage für die Kostenermittlung des Bodenaushubs dienten vergleichbare Projekte der jüngsten Vergangenheit. Die Entsorgungskosten wurden beim Unternehmen Buhck GmbH am 06.05.2020 abgefragt. Gemäß den Bedingungen der Deponie Wiershop ist der dioxinhaltige Boden in die Deponieklasse I (DKI) einzuordnen.

Die Zusatzkosten für die Entsorgung der dioxinbelasteten Auffüllung (MP5) betragen inklusive der zusätzlichen Aushubarbeiten ca. 54.699 € netto. In Anbetracht der Tatsache, dass im Zuge der Erdarbeiten ggf. weitere zu entsorgende Bodenmassen anfallen sowie aufgrund von Schwankungen in den Einheitspreisen empfehlen wir in der Budgetplanung einen Puffer von ca. 20 % einzuplanen.

Tab. 11: Mehrkosten Bodenaushub und -entsorgung

Position	Leistung			EP	GP
1	Bodenaushub				
1.1	Boden ausheben und seitlich lagern	2.742	m ³	5,50 €/m ³	15.081 €
1.2	Belasteten Boden ausheben und auf LKW laden	375	m ³	6,50 €/m ³	2.438 €
	<i>Zwischensumme Lösen und Laden</i>				<u>17.519 €</u>
2	Entsorgung				
2.1	Entsorgungsleistung Dioxinhaltiger Boden (DK1)	676	t	55,0 €/t	37.180 €
	Gesamtkosten Lösen, Laden und Entsorgen (netto)				<u>54.699 €</u>

9. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

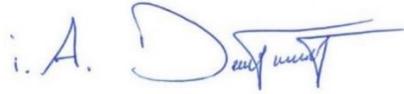
Unser Büro wurde im Februar 2020 beauftragt für den geplanten Neubau einer vierzügigen Grundschule das ausgewählte Gelände in der Gemeinde Oststeinbek auf Altlasten, insbesondere Dioxin, zu untersuchen.

Da die Lage der potenziell schadstoffhaltigen Auffüllung nicht hinreichend genau bekannt war, wurde der Baugrund in einem engen Raster erkundet. Anhand der Bohrerergebnisse wurden Verdachtsbereiche festgelegt und diverse chemische Analysen auf Dioxine und weitere Schadstoffe gemäß BBodSchV und LAGA durchgeführt. Bereiche mit grenzwertüberschreitender Dioxinbelastung konnten eingegrenzt werden und die Massen und Kosten der Entsorgung wurden anhand aktueller Marktpreise abgeschätzt.

Durch die gering schlackehaltige Auffüllung besteht eine Gefährdung durch Einzelkomponenten sofern bei der geplanten Geländemodellierung ein Weg für die Direktaufnahme durch den Menschen geschaffen wird, verbleibt Sie im Untergrund besteht keine Gefährdung.

Ein Schadstoffeintrag in den gewachsenen Boden konnte nicht nachgewiesen werden, sodass ein Schadstofftransfer in das Grundwasser durch Auslaugung nicht angenommen wird.

Die angetroffenen Auffüllungen sowie die gewachsenen Böden können für die geplante Geländemodellierung auf dem Baufeld wiederverwendet werden. In Abschnitt 7 werden unter anderem mengenmäßige Angaben der zu bewegendem Erdmassen sowie Handlungsempfehlungen für einen fachgerechten Umgang angegeben.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'i.A. Delf Trellert'.

i.A. Delf Trellert
Projektbearbeiter

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'i.V. O. Böcker'.

i.V. O. Böcker

Sachverständiger für Bodenschutz und Altlasten
nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Kontaminationen von Boden, Bodenluft und Grundwasser

Verteiler:

Gemeinde Oststeinbek, Herr Reiser
Schmitz.Reichard GmbH, Frau Schwabe

Das Schreiben wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. HPC haftet jedoch nur im Rahmen des oben genannten Zwecks. Die Weiterverwendung der Informationen durch Dritte erfolgt ausdrücklich in eigener Verantwortung.