

# Geotechnischer Bericht

## Erschließung eines Wohngebietes in Hoyerswerda, Hufelandstraße

---

**Auftraggeber:** SÜBA Bauen und Wohnen  
LBU Lausitz GmbH  
Anne- Frank- Weg 1  
Hoyerswerda  
02977

**Projektnummer:** 37100

**Auftragnehmer:**



Geotechnisches Büro Dipl.- Ing. Bernd Bittroff  
W.- Rathenau- Str. 2  
02977 Hoyerswerda  
Tel.: 03571/407063  
Fax: 407184  
e-mail: gbb@geotechnik-bittroff.de

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Bernd Bittroff  
*Beratender Ingenieur*

**Umfang:** Text: 16 Seiten  
Anlagen: 6

**Exemplar:** 1

.....  
Dipl.- Ing. B. Bittroff

Hoyerswerda, 22.05.2017

---

		<b>Seite</b>
<b><u>Inhaltsverzeichnis</u></b>		
Deckblatt		
Titelblatt		1
Inhaltsverzeichnis		2
Anlagenverzeichnis		3
Tabellenverzeichnis		3
1	Veranlassung	4
2	Arbeitsunterlagen	4
3	Bauvorhaben	4
4	Grundlagen der Bearbeitung	5
4.1	Beschreibung des Bearbeitungsgebietes	5
4.2	Regionalgeologische Verhältnisse und Hydrologie	5
4.3	Felduntersuchungen	5
4.4	Laboruntersuchungen	6
5	Ergebnisse der Baugrunderkundung	6
5.1	Auffüllungen	6
5.2	Baugrundsichtung	7
5.3	Lagerungsverhältnisse	7
5.4	Bautechnische Klassifizierung	8
6	Bodenmechanische Rechenwerte	9
7	Auswertung der Untersuchungsergebnisse	10
7.1	Gründungstechnische Folgerungen für den Straßenbau	10
7.1.1	Lösbarkeit und Rammpbarkeit	10
7.1.2	Tragfähigkeit, Verdichtbarkeit und Frostempfindlichkeit	10
7.1.3	Entwässerung und Versickerung	11
7.1.4	Straßenaufbau	11
7.1.5	Baugrubensicherheit und Wasserhaltung	11
7.2	Hinweise für den Kanalbau	11
7.3	Gründungstechnische Schlussfolgerungen für Hochbauten	12
7.4	Auswertung der chemischen Laboranalysen	14
7.4.1	Bewertung der sandigen Auffüllungen gemäß LAGA TR Boden	14
7.4.2	Abfallspezifische Bewertung der Feststoffproben	16
8	Zusammenfassung	16

### **Anlagenverzeichnis**

- Anlage 1      Lageplan Erkundungsstellen, 1 Blatt
  
- Anlage 2      Schichtenverzeichnisse, 18 Blätter
  
- Anlage 3      Bohr- und Sondierprofile, 12 Blätter
  
- Anlage 4      Korngrößenverteilungen, 2 Blätter
  
- Anlage 5      Prüfbericht 17/00341  
                   Laborergebnisse  
                   LAG Lausitzer Analytik GmbH  
                   Schwarze Pumpe, 18.05.2017
  
- Anlage 6      Berechnungsergebnisse gemäß DIN 1054, 1 Blatt

### **Tabellenverzeichnis**

- Tabelle 1      Aufschlussbezogene Beschreibung der Auffüllungen
- Tabelle 2      Bewertung der Lagerungsverhältnisse
- Tabelle 3      Bautechnischer Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche
- Tabelle 4:      Charakteristische bodenmechanische Rechenwerte
- Tabelle 5      Bemessungswerte des Sohldrucks, Setzungen und Bettungsziffern
- Tabelle 6.1    Analysenergebnisse der Proben im Feststoff /Deklaration gemäß LAGA
- Tabelle 6.2    Analysenergebnisse der Proben im Eluat /Deklaration gemäß LAGA

## 1 **Veranlassung**

In Hoyerswerda, Hufelandstraße, soll ein neues Wohngebiet mit 33 Wohnhäusern gebaut und erschlossen werden.

Die Planung dieser Baumaßnahme erfordert u. a. Feld- und Laboruntersuchungen sowie geotechnische/ physikochemische Bewertungen der Auffüllungen und des Baugrundes.

Mit der Durchführung dieser Leistungen beauftragte die SÜBA Bauen und Wohnen LBU Lausitz GmbH das Geotechnische Büro Bittroff. Grundlage bildet der Auftrag vom 25.04.2017.

Entsprechend DIN 4020 ist der vorliegende Geotechnische Bericht gültig für die Hauptuntersuchung (Geotechnische Kategorie 1).

## 2 **Arbeitsunterlagen**

- U1 VOB, 2016
- U2 RStO 12  
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen in der Fassung 2012
- U3 ZTV SoB-StB 04  
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004
- U4 ZTV E-StB 09  
Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau in der Fassung 2009
- U5 LAGA TR Boden  
„Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“  
- Technische Regeln für die Verwertung-), 05.11.2004

## 3 **Bauvorhaben**

Folgende Baumaßnahmen sind geplant:

- Kanalbau (Sohltiefe: 2,0 . . . 3,0 m unter GOK),
- Straßenbau (asphaltiert),
- Bebauung mit 33 Stck. Doppelhäusern (als Einfamilienhäuser), nichtunterkellert, 1,5 bis 2- geschossig.

Eine Besonderheit liegt in der ehemaligen Bebauung des Areals. Folgende Bauwerke wurden abgerissen und tiefenentrümmert:

- zwei Polytechnische Oberschulen,
- ein Kindergarten, ein Jugendclubhaus,
- eine Sporthalle.

Die befestigten Zufahrten zu den ehemaligen Objekten wurden ebenfalls abgetragen.

## **4 Grundlagen der Bearbeitung**

### **4.1 Beschreibung des Bearbeitungsgebietes**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Neustadt von Hoyerswerda, zwischen der Hufelandstraße, Ernst- Heim- Straße und Albert- Schweitzer- Straße.

Das Gelände ist unbefestigt (Wiese) und weist einen lokalen Strauch- und Baumbewuchs auf. Im Bereich des Aufschlusses KRB 6 konnte der ehemalige Tennenbelag des Sportplatzes erkundet werden.

### **4.2 Regionalgeologische Verhältnisse und Hydrologie**

#### Geologie

Das Bearbeitungsgebiet ist durch seine Lage im Süden des Lausitzer Urstromtales gekennzeichnet. Die fein- und mittelsandigen Oberen Talsande sind als Abschluss der pleistozänen Urstromtalbildungen flächendeckend verbreitet. Die Mächtigkeiten liegen zwischen 8 und 12 m. In die Oberen Talsande eingelagert sind in wechselhafter Verbreitung gering mächtige (0,5 bis 1,5m) bindige Bildungen des Lausitzer Interstadials, überwiegend als sandige Tone und Schluffe, teilweise als schluffig- tonige Sande ausgebildet.

Darunter folgen die saaleeiszeitlichen, überwiegend mittel- und grobsandigen Unteren Talsande des Urstromtales.

#### Hydrologie

Das Betrachtungsgebiet gehört zum Einzugsbereich der Schwarzen Elster.

Gegenwärtig befindet sich der Grundwasserspiegel des Haupthangendgrundwasserleiters in einem Niveau von  $\pm 112,2$  mDHHN.

Zur Grundwasserstandsentwicklung wurde eine hydrologische Stellungnahme der LMBV mbH angefordert, welche der Verfasser nachreichen wird.

Aus diesem Grund kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt kein Bemessungsgrundwasserstand angegeben werden.

### **4.3 Felduntersuchungen**

Im Zeitraum 09. – 12.05.2017 kamen folgende Felduntersuchungen zur Ausführung:

- 12 Stck. Kleinrammbohrungen (Aufschlusstiefen: 6,0 . . . 7,0 m),
- 9 Stck. leichte Rammsondierungen (Sondiertiefe: je 4,0 m),
- lage- und höhenmäßige Einmessung der Aufschlüsse.

Die Lage der Erkundungsstellen geht aus der Anlage 1 hervor.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten erfolgte die Versiegelung der Bohrlöcher mittels Bohrgut.

Die Baugrundsichtungen sind in Form von Schichtenverzeichnissen in der Anlage 2 bzw. als Bohr- und Sondierprofile in der Anlage 3 erfasst. In den Bohrprofilen werden schichtbezogen die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 09 (links neben der Bodengruppe) angegeben.

Die Klassifikation der Bodengruppen basiert auf der DIN 18 196.

#### 4.4 Laboruntersuchungen

Für die Ermittlung der Frostempfindlichkeit des Untergrundes sowie des Durchlässigkeitsbeiwertes dienen insgesamt 9 Nasssiebungen gemäß DIN 18 123, siehe Anlage 4.

Im Rahmen der chemischen Laboruntersuchungen (Anlage 5; Ausführung durch die Firma Lausitzer Analytik GmbH) wurden folgende Analysen durchgeführt:

- 2 Stck. Bodenanalysen gemäß LAGA TR Boden aus den Auffüllungen.

### 5 Ergebnisse der Baugrunderkundung

#### 5.1 Auffüllungen

Die jeweiligen Zusammensetzungen und Mächtigkeiten der Auffüllungen werden aufschlussbezogen in der Tabelle 1 erfasst.

Tabelle 1 Aufschlussbezogene Beschreibung der Auffüllungen

Aufschluss	m unter GOK	Beschreibung der Auffüllungen
KRB 1	1,70	Mittelsand, Ziegel- und Betonbruch [SU]
KRB 2	0,70	Mittelsand, Mutterboden, Kies [SU]
	1,80	Mittelsand [SU]
	2,80	Mittelsand, vereinzelt Betonbruch [SU]
KRB 3	0,40	Mutterboden [OH]
	3,30	Ziegel- und Betonbruchstücke [A]
KRB 4	2,80	Sand, Ziegel- und Betonbruch [SI]
KRB 5	0,70	Mittelsand, vereinzelt Ziegelbruch [SU]
	1,80	Mittelsand, Ziegelbruch [SU]
KRB 6	0,30	Schotter- Splitt- Sandgemisch [GW]
	1,20	Mittelsand, stark schluffig [SU*]
KRB 9	0,40	Mutterboden [OH]
	0,80	Mittelsand [SU]
KRB 10	0,70	Mittelsand, vereinzelt Ziegelbruch [SU]
KRB 11	1,50	Mittelsand, vereinzelt Ziegelbruch [SU]
KRB 12	0,50	Mutterboden [OH]
	1,00	Fein- und Mittelsand [SU]

## 5.2 Baugrundsichtung

Es ist davon auszugehen, dass im gesamten Bebauungsgebiet Erdmassen bewegt wurden. Ursachen:

- Verlegung von Versorgungsleitungen,
- Geländeregulierungen nach dem Abriss der Bauwerke.

Somit sind folgende Auffälligkeiten nachvollziehbar:

- relativ mächtige Mutterbodenablagerungen (KRB 7 und KRB 8: 0,5 . . . 0,8 m),
- in Bereichen, in denen keine Altbebauungen vorlagen, existieren ebenfalls Auffüllungen von 0,7 . . . 1,2 m Mächtigkeit (KRB 6, KRB 9, KRB 10, KRB 12).

Die Auffüllungen setzen sich in der Regel aus feinkiesigen und schluffigen Sanden [Bodengruppen SU, SI] mit Beimengungen in Form von Ziegel- und Betonbruchstücken zusammen. Darüber hinaus wurden am Aufschluß KRB 3 bis 3,3 m Tiefe kompakte Ziegel- und Betonbruchstücke [A] erkundet (Als Verfüllmaterial nicht zulässig!).

Der gewachsene Baugrund setzt sich aus den charakteristischen Oberen Talsanden ( $\geq 7$  m Tiefe) zusammen. Hierbei handelt es sich um meist enggestufte sowie schluffige Fein- und/oder Mittelsande (SE, SU, SU\*). Interstadiale Bildungen (Schluff, Ton; steife Konsistenz;  $I_c \geq 0,75$ ) treten nur lokal auf:

- KRB 5 4,2 . . . 4,7 m Ton (TL);
- KRB 9 2,1 . . . 2,6 m Schluff (UL);
- KRB 11 3,7 . . . 4,2 m Schluff (UL).

## 5.3 Lagerungsverhältnisse

In Auswertung der leichten Rammsondierungen ergeben sich (gemäß DIN 4094 für rollige Böden) folgende Lagerungsdichten, siehe Tabelle 2:

Tabelle 2 Bewertung der Lagerungsverhältnisse

Sondier- Nr.	Tiefe in m unter Ansatzpunkt	$n_{10}$	bezogene Lagerungsdichte $I_D$	Lagerungsdichte
LRS 1	0,5 . . 1,0	6 . . 24	0,35 – 0,51	mitteldichte Lagerung
	1,1 . . 2,2	3 . . 5	0,27 – 0,33	<b>lockere Lagerung!</b>
	2,3 . . 4,0	6 . . 26	0,35 – 0,52	mitteldichte Lagerung
LRS 2	0,5 . . 1,4	7 . . 12	0,37 – 0,43	mitteldichte Lagerung
	1,5 . . 1,7	3 . . 5	0,27 – 0,33	<b>lockere Lagerung!</b>
	1,8 . . 4,0	8 . . 25	0,38 – 0,51	mitteldichte Lagerung
LRS 4	0,5 . . 0,8	6 . . 12	0,35 – 0,43	mitteldichte Lagerung
	0,9 . . 3,1	2 . . 4	0,23 – 0,31	<b>lockere Lagerung!</b>
	3,2 . . 4,0	6 . . 18	0,35 – 0,48	mitteldichte Lagerung

Fortsetzung Tabelle 2

Sondier- Nr.	Tiefe in m unter Ansatzpunkt	$n_{10}$	bezogene Lagerungsdichte $I_D$	Lagerungsdichte
LRS 5	0,7 .. 1,0	3 .. 4	0,27 – 0,31	<b>lockere Lagerung!</b>
	1,1 .. 4,0	6 .. 60	0,35 – 0,61	mitteldichte Lagerung
LRS 6	0,8 .. 1,3	2 .. 5	0,23 – 0,33	<b>lockere Lagerung!</b>
	1,4 .. 4,0	7 .. 37	0,37 – 0,56	mitteldichte Lagerung
LRS 7	0,6 .. 4,0	15 .. 44	0,46 – 0,58	mitteldichte Lagerung
LRS 9	0,5 .. 4,0	6 .. 30	0,35 – 0,53	mitteldichte Lagerung
LRS 11	0,5 .. 0,9	6 .. 14	0,35 - 0,45	mitteldichte Lagerung
	1,0 .. 1,2	4 .. 5	0,31 – 0,33	<b>lockere Lagerung!</b>
	1,3 .. 3,7	6 .. 29	0,35 – 0,53	mitteldichte Lagerung

#### Schlussfolgerungen:

Innerhalb der Auffüllungen liegen zahlreiche locker gelagerte Zonen vor. Im Regelfall handelt es sich um wenige Dezimeter Mächtigkeit. Allerdings können sehr mächtige (locker gelagerte) Bereiche abgegrenzt werden:

- KRB 1/LRS 1      zwischen 1,1 ... 2,2 m;
- KRB 3/LRS 3      zwischen 1,0 ... 2,0 m (Bauschutt);
- KRB 4/LRS 4      zwischen 0,9 ... 3,1 m.

#### **5.4 Bautechnische Klassifizierung**

Aus der Baugrundsichtung lassen sich insgesamt 3 bodenmechanische Homogenbereiche (Schichten) ableiten:

- Homogenbereich 1 Oberboden/Mutterboden [OH];
- Homogenbereich 2 Auffüllungen [A, SU, SI];
- Homogenbereich 3 Obere Talsande (SE, SU, SU\*, vereinzelt UL, TL).

Die Homogenbereiche werden mittels bautechnischer Eigenschaften und Kennwerte in der Tabelle 3 beschrieben.



Tabelle 3 Bautechnische Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Kennwerte / Eigenschaften	Homogenbereich 1	Homogenbereich 2	Homogenbereich 3
Bodengruppe DIN 18196	OH	SU, SI, A	SE, SU, SU*(UL, TL)
Ortsübliche Bezeichnung	<b>Oberboden</b>	<b>Auffüllungen</b>	<b>Obere Talsande</b>
Anteil Tonkorn	0 ... 10 %	0 ... 10 %	0 ... 35 %
Anteil Schluffkorn	2 ... 40 %	0 ... 25 %	0 ... 55%
Anteil Sandkorn	10 ... 90 %	10 ... 95 %	20 ... 95%
Anteil Kieskorn	0 ... 20 %	0 ... 30 %	0 ... 30%
Anteil Steine	0 ... 10%	0 ... 30 %	0 ... 10%
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,5 ... 1,7	1,7 ... 2,2	1,7 ... 2,1
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0 ... 2	0 ... 8
Konsistenz	-	-	steif
Durchlässigkeit [m/s]	-	$1,0 \cdot 10^{-5} \dots 1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-9} \dots 1,0 \cdot 10^{-3}$
Lagerungsdichte I <sub>D</sub>	-	0,23 ... 0,4	0,3 ... 0,61
Abrasivität	schwach abrasiv	schwach abrasiv	schwach abrasiv
Bodenklasse DIN 18300 <sup>1)</sup>	1	3, 5	3, 4
Frostempfindlichkeitsklasse	F2	F1, F2	F1, F2, F3
Bodenklassifikation nach DIN EN ISO 14688-2	sasiOr, sasigrOr	grsiSa, siSa, grSa, saMg	sigrSa, grSa, siSa, saSi, sasiCl
Tragfähigkeit	gering tragfähig	mäßig tragfähig	tragfähig
Setzungsempfindlichkeit	stark setzungsempfindlich	setzungsempfindlich	gering setzungsempfindlich

(1) VOB 2012

## 6 Bodenmechanische Rechenwerte

Die Tabelle 4 dokumentiert die charakteristischen bodenmechanischen Rechenwerte des Baugrundes. Hierbei handelt es sich um empirisch gewonnene Werte, auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse.

Tabelle 4: Charakteristische bodenmechanische Rechenwerte

<i>Bodenkenngrößen</i>	<i>Homogenbereich 1 (Oberboden) OH</i>	<i>Homogenbereich 2 (Auffüllungen) SU, SI, A</i>	<i>Homogenbereich 3 (Obere Talsande) SE, SU, SU*</i>
cal. $\gamma$ in $\text{kN/m}^3$ Wichte	15,0	17	18,0
cal. $\gamma'$ in $\text{kN/m}^3$ Wichte unter Wasser	6,0	9	10,0
cal. $\phi'$ in $^\circ$ Reibungswinkel	15	30	32,5
cal. $c'$ in $\text{kN/m}^2$ Kohäsion	0	0	2
cal. $E_s$ in $\text{MN/m}^2$ Steifemodul	1 .. 2	20 .. 30	50 .. 70

## **7 Auswertung der Untersuchungsergebnisse**

### **7.1 Gründungstechnische Folgerungen für den Straßenbau**

#### **7.1.1 Lösbarkeit und Rammpbarkeit**

Die erkundeten Homogenbereiche werden im Regelfall als leicht bis mittelschwer lösbar betrachtet. Als schwer lösbar gelten kompakte Auffüllungen (KRB 3).

Die Rammpbarkeit ist (mit Ausnahme der Auffüllungen im Bereich KRB 3) gegeben.

#### **7.1.2 Tragfähigkeit, Verdichtbarkeit und Frostempfindlichkeit**

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse KRB 1 . . . KRB 6 wurden zielgerichtet durch das Planungsbüro vorgegeben. Dementsprechend liegen sie im Bereich der zukünftigen Erschließungsstraßen (Anlage 1).

Ausgehend von einem Planumniveau von 0,6 . . . 0,7 m unter GOK, stehen hier Auffüllungen an, welche häufig eine lockere Lagerung aufweisen! Für den Wiedereinbau im Bereich befestigter Flächen, sind diese Ablagerungen nicht geeignet.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit wird deshalb der zusätzliche Einbau eines Mineralgemisches (0/45) von 0,2 m Mächtigkeit empfohlen.

Im Bereich KRB 3 (kompakte Bauschuttreste) ist die Mächtigkeit des Polstermaterials auf mindestens 0,3 m zu erhöhen!

Nach Einbau und Verdichtung dieses Materials gelten folgende Prüfziele:

- $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ;
- $D_{pr} \geq 100\%$ .

Für die Dimensionierung eines frostsicheren Oberbaus ist (nach dem Bodenaustausch) die Frostempfindlichkeitsklasse F1 maßgebend.

### **7.1.3 Entwässerung und Versickerung**

Es wird eingeschätzt, dass flächendeckend versickerungsfähige Auffüllungen bzw. Sande anstehen. Somit sollte vorzugsweise eine offene Versickerung angestrebt werden.

Aus den Korngrößenverteilungen (Anlage 4) lassen sich für den Homogenbereich 3 Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k = 5,0 \cdot 10^{-5} \dots 9,1 \cdot 10^{-4}$  m/s (nach BEYER) ableiten.

Hierbei handelt es sich um grobe Näherungswerte, da im Verfahren nach BEYER weder die konkreten geohydraulischen Strömungsverhältnisse noch die Lagerungsdichte berücksichtigt werden. Genauere Werte lassen sich mittels eines Infiltrometertests ermitteln.

### **7.1.4 Straßenaufbau**

Gemäß /U2/ gilt für das Untersuchungsgebiet die Frosteinwirkungszone III.

Mit dem Nachweis der in 7.1.2 genannten Prüfziele, kann der Fahrbahnoberbau zur Ausführung kommen. Die Dimensionierung des Oberbaus erfolgt gemäß /U2/ und wird u. a. in Abhängigkeit von der Belastungsklasse vorgenommen. Letztere liegt dem Verfasser nicht vor.

### **7.1.5 Baugrubensicherheit und Wasserhaltung**

Für die Baumaßnahme sind folgende Hinweise und Empfehlungen zu beachten:

- Senkrechte Wände können bis 1,25 m Tiefe hergestellt werden.
- Bei Aushubtiefen > 1,25 m wird der Einsatz eines Verbaus empfohlen.
- Bei Verkehrsbelastungen bis zu einem Gesamtgewicht von 12 t muss ein Abstand von  $\geq 1,0$  m und bei einem Gesamtgewicht von mehr als 12 t ein Abstand von  $\geq 2,0$  m zwischen Außenkante Aufstandsfläche und der Oberkante der Baugrube eingehalten werden.
- Für Aushubtiefen oberhalb des Grundwasserspiegels genügt die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung.

## **7.2 Hinweise für den Kanalbau**

Für den Bau des Schmutz- und/oder Regenwasserkanals werden folgende Hinweise und Empfehlungen gegeben:

1)

Innerhalb der Baugruben stehen Auffüllungen bzw. Lockergesteine der Bodenklassen (VOB 2012) 1, 3, 4 und 5 an.

2)

Oberboden (Homogenbereich 1) und Auffüllungen (Homogenbereich 2 mit einem Bauschuttanteil  $\geq 5$  %) eignen sich nicht für den Wiedereinbau (geringe Verdichtbarkeit).

Die Talsande (Homogenbereich 3) sind für den Wiedereinbau geeignet.

3)

Die geplante Kanalsohle befindet sich in einer Tiefe von 2,0 . . . 3,0 m unter GOK.

Hier lagern Auffüllungen (Homogenbereich 2) oder Talsande (Homogenbereich 3). Innerhalb des gewachsenen Baugrundes liegt eine ausreichende Tragfähigkeit der Grabensohle vor. Bei Verbreitung von Auffüllungen wird ein zusätzlicher Bodenaustausch mittels Mineralgemisch oder Kiessand (Mächtigkeit: 0,2 m) empfohlen.

Weiterhin empfiehlt sich die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung.

4)

Für die Gewährleistung der Baugrubensicherheit gilt die DIN 4124:

Bei Aushubtiefen  $> 1,25$  m empfiehlt sich der Einsatz eines Verbaus (vorzugsweise Verbauelemente oder eine Spundwand). Die Verbauelemente müssen zeitnah mit dem Bodenaushub eingesetzt werden. Hohlräume zwischen der Baugrubenwand und dem Verbauelement sind zu vermeiden.

5)

Bei Verkehrsbelastungen bis zu einem Gesamtgewicht von 12 t ist ein Abstand von  $\geq 1,0$  m und bei einem Gesamtgewicht von mehr als 12 t ein Abstand von  $\geq 2,0$  m zwischen Außenkante Aufstandsfläche und der Oberkante der Baugrube einzuhalten.

6)

Der Einbau und die Verdichtung innerhalb des Kanalgrabens muss den Anforderungen der ZTVE-StB 09/ / ZTV SoB-StB 04 entsprechen.

Anforderungen für den Verdichtungsgrad und die Tragfähigkeit im Bereich befestigter Verkehrsflächen:

- OK Grabensohle	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ , $(E_{vD} \geq 25 \text{ MN/m}^2)$ ,
- innerhalb der Leitungszone	$D_{Pr} \geq 97 \%$ ,
- 1,0 m unter Planum bis OK Leitungszone	$D_{Pr} \geq 98 \%$ ,
- Planum bis 1,0 m unterhalb des Planums der Straße	$D_{Pr} \geq 100 \%$ .

7)

Weiterhin gilt nach DIN 4150/3: Die infolge der Verdichtungsgeräte erzeugten dynamischen Schwingungen sind derart zu minimieren, dass die angrenzenden Bauwerke keine Schädigungen erhalten (Beweissicherung).

### 7.3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen für Hochbauten

Oberboden (Homogenbereich 1) muss vollständig (auch unterhalb der Bodenplatte) ausgekoffert und mittels Mineralgemisch (0/45) ersetzt werden.

Die Aushubsohle ist intensiv zu verdichten. Im Anschluss kann der lagenweise ( $d \leq 0,3$  m) Einbau und die Verdichtung des Mineralgemisches erfolgen. Verdichtungsanforderung für das Gründungspolster bzw. die Gründungssohle :  $D_{Pr} \geq 98 \%$ .

Gründungsempfehlung: elastisch gebettete Bodenplatte mit einer Frostschräge.

Eine frostsichere Gründung ist ab 1,0 m Tiefe unter GOK gegeben.

Die Standorte der Neubauten, welche im Bereich der abgerissenen Bauwerke liegen (siehe Anlage 1), erfordern zusätzliche Maßnahmen, auch unterhalb der Frostschrüzen!

Dies betrifft das Umfeld der Aufschlüsse KRB 1 – KRB 6 sowie KRB 11.

Für diese Abschnitte wird ein zusätzlicher Abtrag von mindestens 0,3 m empfohlen. Die Aushubsohle ist intensiv zu verdichten. Im Anschluss kann der Einbau eines 0,3 m mächtigen Polsters (Mineralgemisch 0/45) erfolgen. Das o. g. Prüfziel ist nachzuweisen.

Der Einbau des Mineralgemisches muss über die Außenkante der Frostschrüze hinaus (entsprechend des Lastausbreitungswinkels = 45°) erfolgen.

Für die „Besonderheiten“ innerhalb der Auffüllhorizonte gelten erweiterte Anforderungen:

- Bodenaustausch bis 2 m unter GOK,
- Verdichtung der Aushubsohle,
- lagenweiser Einbau und Verdichtung des Polstermaterials ( $d \leq 0,3$  m je Lage).

Dies betrifft die Gebäude im Bereich KRB 3 (kompakter Bauschutt bis 3,3 m) sowie KRB 4 (lockere Lagerung bis 3,1 m)!

Die genaue Ausdehnung bzw. Abgrenzung der zusätzlichen Aufwendungen kann durch ergänzende Baugrunduntersuchungen oder unmittelbar vor der Bauausführung (baubegleitend) erfolgen.

Baugruben und Gräben sind unverbaut bis 1,25 m Tiefe mit senkrechten Wänden herstellbar. Bei Tiefen > 1,25 m wird eine Abböschung von  $\leq 45^\circ$  oder ein Baugrubenverbau empfohlen

An den Rändern der Baugrube ist ein belastungsfreier Streifen von mindestens 1,0 m Breite einzuhalten.

Falls die Frostschrüze lastabtragend wirkt, sind für die Bemessungswerte des Sohldrucks folgende Randbedingungen (siehe Anlage 6 und Tabelle 5) zu beachten:

- Abmaße des Fundamentes:  $a = 10$  m;  $b = 0,3 \dots 0,7$  m,
- Einbindetiefe:  $t = 1,0$  m,
- Mächtigkeit des Gründungspolsters:  $d = 2,0$  m,
- Grundwasserstand:  $h = 2,0$  m unter GOK.

Tabelle 5 Bemessungswerte des Sohldrucks, Setzungen und Bettungsziffern

Fundamentart	Fundamentbreite b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
Frostschrüze (als Streifen)	0,3	438,2	0,46	70,1
	0,4	462,2	0,63	54,0
	0,5	486,0	0,81	44,2
	0,6	509,7	1,00	37,7
	0,7	466,8	1,03	33,5

Die Bettungsziffer stellt keine Bodenkonstante dar. Sie ist von verschiedenen statischen und geotechnischen Randbedingungen abhängig. Aus diesem Grund gelten die berechneten Bettungsziffern ausschließlich unter Beachtung der angegebenen Randbedingungen! Ausgehend von einer Kantenpressung von  $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$  ergeben sich folgende Bettungsziffern:

- Mächtigkeit des Gründungspolsters 0/45;  $h_1 = 1,3 \text{ m}$   $\Rightarrow k_{s,1} = 19 \text{ MN/m}^3$  ;
- Mächtigkeit des Gründungspolsters 0/45;  $h_2 = 2,0 \text{ m}$   $\Rightarrow k_{s,2} = 25,5 \text{ MN/m}^3$  .

## **7.4 Auswertung der chemischen Laboranalysen**

### **7.4.1 Bewertung der sandigen Auffüllungen gemäß LAGA TR Boden**

Die Bewertung der sandigen Auffüllungen erfolgt gemäß LAGA TR Boden (Technische Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial und sonstigen mineralischen Bau- und Abbruchabfällen).

Die TR Boden als Bestandteil der LAGA bildet die Grundlage für die Bewertung und weitere Behandlung von mineralischen Aushubmassen und Bodenmaterial, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials, Zuordnungswerte (Z), festlegt.

Hierbei stellen die Z 0 bzw. Z0\* Werte im Feststoff und Eluat die maximal zulässigen Grenzwerte für die Verfüllung mineralischer Aushubmassen im offenen Einbau dar.

Für die Analytik wurden folgende Proben ausgewählt:

- KRB 1 Probe P 1.1, 0,1 – 1,7 m Mittelsand mit Bauschutt (Auffüllung);
- KRB 4 Probe P 4.1, 0,1 – 2,0 m Sand mit Bauschutt (Auffüllung).

In den Tabellen 6.1 und 6.2 werden die Analysenergebnisse dieser Proben (siehe Anlage 5) den Z - Werten gegenübergestellt.

Tabelle 6.1 Analysenergebnisse der Proben im Feststoff /Deklaration gemäß LAGA

Parameter	Einheit	P 1.1	P 4.1	Z0 <sup>2)</sup>	Z 1 <sup>3)</sup>	Z 2 <sup>3)</sup>
Arsen	mg/kg TS <sup>1)</sup>	6,10	7,01	10	45	150
Blei	mg/kg TS	13,3	31,1	40	210	700
Cadmium	mg/kg TS	< 0,1	0,28	0,4	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg TS	23,3	19,4	30	180	600
Kupfer	mg/kg TS	9,80	18,8	20	120	400
Nickel	mg/kg TS	10,7	9,56	15	150	500
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,1	0,11	0,1	1,5	5
Zink	mg/kg TS	41,2	151	60	450	1.500
EOX	mg/kg TS	< 1	< 1	1 <sup>4)</sup>	3	10
TOC	Ma.-%	0,6	1,2	1,0	1,5	5
KW (C10-C40)	mg/kg TS	< 100	< 100	100	(600)	(2.000)
KW(C10-C22)		< 100	< 100	-	300 <sup>5)</sup>	1.000 <sup>5)</sup>
ΣPAK EPA	mg/kg TS	40	9,7	3	3 (9 <sup>6)</sup> )	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	4,8	0,75	0,3	0,9	3

- 1) TS = Trockensubstanz
- 2) Maximale Zuordnungswerte für die Verwendung von Sand im offenen Einbau
- 3) Zuordnungswerte für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken
- 4) Bei einem C : N- Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse -%.
- 5) Die angegebenen Z- Werte gelten für Kohlenwasserstoffverb. mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub> . Der Gesamtgehalt (C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub> ) darf insgesamt den in den Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 6) Einbau von Boden mit PAK > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur bei hydrogeologisch günstigen Deckschichten erfolgen.

Tabelle 6.2 Analysenergebnisse der Proben im Eluat /Deklaration gemäß LAGA

Parameter	Einheit	P 1.1	P 4.1	Z0 <sup>2)</sup>	Z 1.1 <sup>3)</sup>	Z 1.2 <sup>3)</sup>	Z 2 <sup>3)</sup>
pH- Wert <sup>1)</sup>	-	8,22	9,07	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
elektr. Leitföh.	µS/cm	88	1.780	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	3,5	2,9	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	4,5	1.050	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 10	< 10	14	14	20	60
Blei	µg/l	< 10	< 10	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 1	< 1	1,5	1,5	3	6
Chrom (ges.)	µg/l	< 5	6,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 5	8,0	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	11,9	5,8	150	150	200	600
<b>Einstufung nach LAGA</b>		<b>&gt; Z 2</b>	<b>&gt; Z 0</b>				

- 1) Niedrige pH- Werte stellen kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.
- 2) Zuordnungswert für die Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen
- 3) Zuordnungswerte für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken

#### **7.4.2 Abfallspezifische Bewertung der Feststoffproben**

Die sandigen Auffüllungen werden als **> Z 2 Material** deklariert.

Ursachen: erhöhte Konzentrationen von PAK und benzo(a)pyren (Probe P 1.1) sowie Sulfat im Eluat (Probe P 4.1).

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um gefährlichen Abfall handelt.

Der bei Tiefbauarbeiten anfallende Boden ist als Abfall zu behandeln. Sollte er das Grundstück des Eigentümers verlassen, muss er, gemäß Abfallverzeichnisverordnung (**Abfallschlüsselnummer: 170504**; Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503\* fallen), deklariert werden.

Eine Wiederverwendung im offenen oder geschlossenen Einbau ist nicht zulässig!

Es hat eine fachgerechte Entsorgung zu erfolgen.

### **8 Zusammenfassung**

Für die geplante Erschließung des Wohngebietes Hufelandstraße in Hoyerswerda wurden Baugrunduntersuchungen durchgeführt und geotechnisch bewertet.

Für den Bau von Einfamilienhäusern, befestigten Straßen und im Bereich des Kanalbaus müssen, auf Grund der Verbreitung von Auffüllungen, tragfähigkeitserhöhende Maßnahmen (Einbau von Gründungspolstern unterschiedlicher Mächtigkeit) kalkuliert werden!

Gemäß LAGA TR Boden werden die sandigen Auffüllungen als > Z2 Material deklariert.

Die Aussagen im Geotechnischen Bericht basieren auf punktförmigen Aufschlüssen.

Demzufolge beschränkt sich der Gültigkeitsbereich aller getroffenen Aussagen auf das definierte Untersuchungsgebiet sowie die geplante Art der Bauausführung.

Bei Abweichungen zu den Feststellungen im vorliegenden Geotechnischen Bericht, ist der Bearbeiter zeitnah zu informieren.