

MDSE, Mitteldeutsche Sanierungs-  
und Entsorgungsgesellschaft mbH  
Ortsteil Bitterfeld  
Alu-Straße 1  
06749 Bitterfeld-Wolfen

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
14.0551	P0551B141119_Trasse	Geo/Fe	Naumburg	16.12.2014

## **Umplanung Verlegung „Laucha“ i. Z. der Stilllegung Hochhalde Schkopau, Altdeponie 2 von Stat. 2+477 bis Stat. 3+450**

### **Neutrassierung der „Laucha“**

### **- Baugrundgutachten mit Umwelttechnischen Untersuchungen -**

Auftrag vom 27.02.2014  
MDSE Auftragsnummer: S 14 304

---

**Gesellschaft:** BuG BAUGRUNDUNTERSUCHUNG NAUMBURG GMBH · Handelsregister: Amtsgericht Stendal, HRB 9080  
St.-Nr.: 119/118/00103 · USt-IdNr.: DE264685110 · Geschäftsführer: Dr.-Ing. Gerd Festag

**Anschrift:** Heinrich-von-Stephan-Platz 1, 06618 Naumburg · Postfachadresse: PSF 1542, 06605 Naumburg  
Tel.: 03445 / 762-0 Fax: -162 · Email: [info@baugrunduntersuchung-naumburg.de](mailto:info@baugrunduntersuchung-naumburg.de)  
Internet: <http://www.baugrunduntersuchung-naumburg.de>

**Bankverbindung:** Deutsche Bank AG, Naumburg, IBAN: DE25860700240673093100, BIC: DEUTDEDBLEG

---

INHALT	SEITE
<b>1. ALLGEMEINES</b>	<b>5</b>
1.1 Projekt	5
1.2 Auftrag	6
1.3 Unterlagen	7
1.4 Untersuchungen	8
<b>2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE</b>	<b>12</b>
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	12
2.2 Baugrund	13
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	16
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	20
2.5 Umwelttechnische Untersuchungen	21
2.6 Geotechnische Besonderheiten	26
<b>3. BODENKENNWERTE</b>	<b>28</b>
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	28
3.2 Bodenkennwerte	29
3.3 Felsmechanische Kennwerte	30
3.4 Sonstige Kennwerte und Bodeneigenschaften	30
<b>4. FOLGERUNGEN</b>	<b>31</b>
4.1 Gründung	31
4.2 Baugruben / Böschungen	33
4.3 Grundwasserhaltung	34
4.4 Nachbarbebauung	34
4.5 Zusammenfassende Bewertung	35
<b>5. EMPFEHLUNGEN</b>	<b>36</b>
5.1 Gründung	36
5.2 Baugruben / Böschungen	38
5.3 Wasserhaltung / Abdichtung	39
5.4 Umwelttechnik	40
5.5 Sonstige Empfehlungen	40

**6. ANLAGEN**

Anlage 1: Übersichtspläne

Anlage 1.1: Übersichtslageplan, 1 : 25.000 (1)

Anlage 1.2: Übersichtplan, 1 : 10.000 (1)

Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 500 (2)

Anlage 3: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse

Anlage 3.1: Bohrsondierungen (RKS) und Bohrungen (BK) (29)

Anlage 3.2: Schwere Rammsondierung (DPH) (14)

Anlage 3.3: Baugrundschnitte (8)

Anlage 3.4: Schichtenverzeichnisse (75)

Anlage 4: Chemische Analytik

Anlage 4.1: Probenahmeprotokolle / Mischprobenliste (38)

Anlage 4.2: Beurteilung Betonaggressivität des Wassers gemäß DIN 4030 (5)

Anlage 4.3: Beurteilung Stahlaggressivität des Wassers gemäß DIN 50929-3 (10)

Anlage 4.4: Beurteilung Stahlaggressivität des Bodens gemäß DIN 50929-3 (8)

Anlage 4.5: Gegenüberstellung von Analysenergebnissen und Zuordnungswerten nach LAGA 2004 (3)

Anlage 4.6: Gegenüberstellung von Analysenergebnissen und Zuordnungswerten nach DepV 2009 / 2013 (1)

Anlage 4.7: Prüfberichte chemischen Analytik (131)

Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 5.1: Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18 121 (2)

Anlage 5.2: Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 (28)

Anlage 5.3: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 (82)

Anlage 5.4: Proctorversuch nach DIN 18 127 (6)

Anlage 5.5: Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128 (4)

Anlage 5.6: Bestimmung der Dichte nach DIN 18 125-1 (5)

Anlage 5.7: Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129 (1)

Anlage 5.8: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130 (3)

Anlage 5.9: Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18 136 (9)

Anlage 5.10: Scherversuche im Rahmenschergerät nach DIN 18 137 (13)

Anlage 5.11: Zusammenfassung der bodenmechanischen Prüfwerte (2)

Anlage 6: Feldversuche

Anlage 6.1: Auswertung der Pumpversuche (15)

Anlage 7: Archivunterlagen zur Planung der Beckenanordnung auf der Hochhalde (2)

## 1. ALLGEMEINES

### 1.1 Projekt

Im Zuge der Stilllegung der Hochhalde Schkopau ist die Umverlegung des Laufes der „Laucha“ erforderlich. Im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung der Trasse wurde aufgrund kostenintensiver Medienverlegung eine neue Trassenvariante zwischen Station 2+477 und der Mündung des „Wertsgraben“ in die „Laucha“ geprüft. Diese Trassenvariante wurde bestätigt und ist zu untersuchen. Danach soll die „Laucha“ im Bereich der Hochhalde Schkopau in ihrem Lauf nach Süden verlegt werden. Die Böschungen des zu begutachtenden, neu trassierten Abschnitts liegen nach der aktuellen Planung teilweise in der Altdeponie 2 der Hochhalde Schkopau. Im Zuge der Neutrassierung des Flusslaufes werden neben 2 Ingenieurbauwerken (Straßenüberführung und Eisenbahnüberführung) auch die Beurteilung zu erstellender Einschnittböschungen und die Ausweisung evtl. vorhandener hangrutschungsgefährdeter Bereiche im Rahmen einer Standsicherheitsuntersuchung (gesonderter Bericht) erforderlich.

Der im Rahmen dieses Baugrundgutachtens zu begutachtende Trassierungsabschnitt erstreckt sich von Station km 2+477 bis zum Ersatzneubau des Straßenüberführungsbauwerkes ca. 150 m östlich der Bahntrasse zwischen den Buna - Werken und Merseburg über die „Laucha“ bei Station km 3+450.

Der „Lauchagrund“, in dem die geplante Trasse verläuft, befindet sich südlich bis südwestlich von Schkopau zwischen den Buna - Werken im Norden und den Ortsteilen Annemariental und Knapendorf im Süden.

Das Gewässerbett des geplanten neuen Flusslaufes soll eine Breite von ca. 1,0 m erhalten. Die Böschungsneigung am Flusslauf wird beidseitig mit 1 : 2,2 geplant. Neben der „Laucha“ (links) soll künftig auch ein befahrbarer Unterhaltungsweg entstehen. Hierzu wird eine 4 m breite Berme in ca. 2,0 m Höhe über der Gewässersohle geplant. Die Böschungsneigung oberhalb soll 1 : 2,5 betragen. Auf der rechten Seite des Flusses ist eine Grünberme mit 3,5 m Breite vorgesehen. Deren Höhe über der Gewässersohle beträgt ca. 0,50 m. Die Böschungen hier sind ebenfalls mit 1 : 2,5 oberhalb der Berme geplant. Ab ca. 15,0 m vor dem geplanten Eisenbahnüberführungsbauwerk wird die Trasse in dem bestehenden Altlauf der „Laucha“ weiter bis zur Mündung des Wertsgrabens geführt. Der Unterhaltungsweg wird zwischen Bahndamm und Straßenüberführung flusslinks und im weiteren Verlauf bis zum Bauende flussrechts angeordnet. Eine Grünberme ist dort nicht vorgesehen.

Die Gradiente des Unterhaltungswegs auf der geplanten 4 m breiten Berme in 2 m über der geplanten Gewässersohle liegt in Höhen zwischen ca. 89,7 m NHN am Beginn des neu trassierten Abschnittes und ca. 88,6 m NHN an der Einbindung in den bestehenden Flusslauf.

Bestandteil dieses Gutachtens ist ausschließlich die Begutachtung der Trasse der „Laucha“. Die Bauwerke Straßenüberführung (SÜ) und Eisenbahnüberführung (EÜ) über die „Laucha“ werden in gesonderten Gutachten abgehandelt. Die zur Erkundung der Bauwerkstandorte abgeteuften Aufschlüsse sowie bodenmechanischen und umwelttechnischen Laboruntersuchungen werden jedoch teilweise auch zur Beurteilung des Baugrundes für den Trassenverlauf herangezogen.

Die unter Abschnitt 1.3 aufgeführten Altgutachten zum Projekt „Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau“ standen zur Erstellung dieses Gutachtens zur Verfügung und deren Ergebnisse sind in die Beurteilung und Bewertung der Verhältnisse in situ mit eingeflossen. Die Schlussfolgerungen dieses Gutachtens beruhen jedoch, auf Grund von Abweichungen in der Lokalität, im Wesentlichen auf den aktuellen Untersuchungen.

## **1.2 Auftrag**

Die BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH (AN) wurde mit Schreiben vom 27.02.2014 durch die MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH (AG) mit den Leistungen zur ergänzenden Baugrundbeurteilung und umwelttechnischen Untersuchungen beauftragt (MDSE-Auftragsnummer S 14 304). Grundlage dieser Beauftragung ist die Angebotsabfrage des AG vom 12.12.2013 mit Anlagen sowie das Angebot A1061 des AN vom 20.01.2014.

Im Rahmen der Baugrunderkundung sind chemische Untersuchungen zur umwelttechnischen Einstufung der vorhandenen Auffüllungen und natürlich abgelagerten Böden durchzuführen. Des Weiteren ist das Grundwasser auf Stahl- und Betonaggressivität zu untersuchen. Hinzu kommen umfangreiche bodenmechanische Laborversuche zur Klassifizierung des erkundeten Baugrunds.

Die wesentlichen zur Begutachtung des Trassenverlaufes zu erbringenden Leistungen sind:

- Erstellung des Geotechnischen Gutachtens,
- Fachüberwachung der Aufschlussarbeiten,
- Laboruntersuchungen an Bodenproben,

- Beprobung und Untersuchungen auf altlastenrelevante Inhaltsstoffe im Boden,
- Bestimmung betonaggressiver Inhaltsstoffe im Grundwasser und Beurteilung der Stahlaggressivität des Bodens und des Grundwassers,
- Gutachtenerstellung.

### 1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gemäß § 40 Kreislaufwirtschaft – Abfallgesetz Umplanung Trasse Aufschlusslageplan;** Arbeitsgemeinschaft Lauchaumverlegung Arcadis, Fugro, 29.08.2013.
- [U 2] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gemäß § 40 Kreislaufwirtschaft - Regelquerschnitt 4;** Arbeitsgemeinschaft Lauchaumverlegung Arcadis, Fugro, 25.03.2013.
- [U 3] **Geologische Karte 4637 – Merseburg/West, Maßstab 1 : 25.000.**
- [U 4] **Archivunterlagen, BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH.**
- [U 5] **Geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse für das Bauvorhaben: Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gem. § 36 KrW-/abfG - Flusstrasse;** Baugrundbüro Klein, Halle, 23.10.2009.
- [U 6] **Geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse für das Bauvorhaben: Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gem. § 36 KrW-/abfG - Absperrbauwerk;** Baugrundbüro Klein, Halle, 21.10.2009.
- [U 7] **Betriebshandbuch Betrieb Schkopau / Leuna, Anlage 1 - Untersuchungsumfänge und Zuordnungswerte Hochhalde Schkopau Version 7/2013;** MDSE, Stand 25.09.2013.
- [U 8] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Flusstrasse -**

---

**Geotechnisches Bewertungsband;** GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Osterweddingen, 02.01.2011.

[U 9] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Durchlass Bahndamm - Geotechnische Stellungnahme zur offenen Bauweise;** GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Osterweddingen, 27.07.2011.

[U 10] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Flusstrasse - Geotechnisches Bewertungsband;** GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Osterweddingen, 02.01.2011.

[U 11] **Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Flusstrasse - Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung;** GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Osterweddingen, 22.11.2010.

#### 1.4 Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse im Bereich der Trasse des geplanten Flussbettes und zur Erkundung des Baugrundes an den Standorten des Straßenüberführungsbauwerks (SÜ) und des Eisenbahnüberführungsbauwerks (EÜ) wurden in der Zeit vom 07.05.2014 bis 27.08.2014 durch die Fa. Lutz Grimm Geotestbohrtechnik folgende Aufschlüsse ausgeführt:

- 20 Bohrungen (BK) nach DIN EN ISO 22475-1
- 6 Rammkernsondierungen (RKS) nach DIN EN ISO 22475-1
- 9 Schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Die Aufschlüsse zur Erkundung des EÜ-Bauwerks waren zur Berichterstellung noch nicht abgeteuft.

Die maximale Aufschlusstiefe beträgt 25 m. Die Bohrungen BK 2/13, BK 5/13 und BK 20/13 wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut.



Aufschluss [Nr.]	LS 150		Ansatzhöhe [m NHN]	Tiefe [m u. GOF]	Bemerkung
	X-Koordinate	Y-Koordinate			
BK 1/13	4496921,447	5694478,066	109,523	25,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 2/13	4496998,674	5694450,929	98,151	14,0	Baugrunderkundung / GWM
BK 3/13	4497010,088	5694524,079	97,821	14,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 4/13	4497082,614	5694506,065	98,378	14,0	Baugrunderkundung
BK 5/13	4497091,310	5694581,369	98,119	16,0	Baugrunderkundung / GWM
BK 6/13	4497164,710	5694563,160	99,023	16,0	Baugrunderkundung
BK 7/13	4497157,126	5694623,644	99,331	16,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 8/13	4497202,789	5694664,727	99,410	16,0	Baugrunderkundung
BK 9/13	4497133,230	5694690,320	101,784	16,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 10/13	4497166,180	5694749,812	99,640	14,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 11/13	4497197,253	5694891,514	91,271	14,0	Baugrunderkundung EÜ
DPH 11/13	4497197,246	5694891,508	91,254	14,0	Baugrunderkundung EÜ
RKS 12/13	4497208,436	5694896,510	98,407	10,9	Baugrunderkundung EÜ
DPH 12/13	4497208,432	5694896,508	98,412	12,0	Baugrunderkundung EÜ
BK 13/13	4497220,907	5694875,063	98,199	20,0	Baugrunderkundung EÜ
DPH 13/13	4497220,909	5694875,069	98,203	16,9	Baugrunderkundung EÜ
BK 14/13	4497235,446	5694876,078	89,026	20,0	Baugrunderkundung EÜ
DPH 14/13	4497235,447	5694876,080	89,026	8,7	Baugrunderkundung EÜ
RKS 15/13	4497235,413	5694903,291	89,061	6,0	Baugrunderkundung EÜ
DPH 15/13	4497235,414	5694903,282	89,059	6,0	Baugrunderkundung EÜ
RKS 16/13	4497289,094	5694898,532	90,165	6,0	Baugrunderkundung

Aufschluss [Nr.]	LS 150		Ansatzhöhe [m NHN]	Tiefe [m u. GOF]	Bemerkung
	X-Koordinate	Y-Koordinate			
RKS 17/13	4497328,888	5694944,514	89,951	6,0	Baugrunderkundung
RKS 18/13	4497351,240	5694962,069	92,459	5,0	Baugrunderkundung SÜ
DPH 18/13	4497351,241	5694962,070	92,459	5,0	Baugrunderkundung SÜ
RKS 19/13	4497369,650	5694913,705	93,372	5,0	Baugrunderkundung SÜ
DPH 19/13	4497369,648	5694913,703	93,372	5,0	Baugrunderkundung SÜ
BK 20/13	4497361,228	5694948,215	93,324	15,0	Baugrunderkundung SÜ / GWM
DPH 20/13	4497361,227	5694948,215	93,324	15,0	Baugrunderkundung SÜ
BK 21/13	4497366,646	5694928,596	93,199	15,0	Baugrunderkundung SÜ
DPH 21/13	4497366,646	5694928,596	93,198	15,0	Baugrunderkundung SÜ
BK 22/13	4496882,810	5694483,932	109,409	12,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 23/13	4496949,644	5694526,051	109,622	12,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 24/13	4497116,887	5694612,598	98,467	6,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 25/13	4497055,352	5694657,845	109,829	12,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2
BK 26/13	4497108,855	5694726,410	101,998	10,0	Baugrunderkundung Altdeponie 2

**Tabelle 1.4-1:** Baugrundaufschlüsse

Das Bohrgut wurde im Anschluss durch die BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert sowie nach DIN 18 300 klassifiziert.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichten der anstehenden Baugrundsichten wurden insbesondere im Bereich der geplanten Ingenieurbauwerke (SÜ und EÜ) Schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt.

Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 3.1 dargestellt.

Die Rammdiagramme gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Ergebnis der Schweren Rammsondierungen sind als Anlage 3.2 beigelegt.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 zu entnehmen.

Aus den direkten Aufschlüssen wurden Becher-, Eimer-, Braunglas- und Sonderproben entnommen. Von den Braunglasproben wurden 25 Mischproben gebildet, die zusammen mit Sonderprobe SP 24 chemischen Analysen zur Beurteilung der umweltrelevanten Inhaltsstoffe des anstehenden Baugrundes zugeführt wurden. Die Becher-, Eimer- und Sonderproben wurden dem bodenmechanischen Labor zur Ermittlung relevanter bodenmechanischer Kennwerte zugeführt. Nicht untersuchte Proben verbleiben als Rückstellproben.

Die bodenmechanischen Untersuchungen im Labor des AN umfassen folgende Versuche:

- Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18 121
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- Bestimmung der Dichte nach DIN 18 125-1
- Proctorversuch nach DIN 18 127
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128
- Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129
- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130
- Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18 136
- Scherversuche im Rahmenschergerät nach DIN 18 137

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Anlage 5 dargestellt.

Aus den Bohrungen BK 1/13, BK 11/13 und BK 20/13 und an zwei Stellen aus dem Flusslauf der „Laucha“ wurden insgesamt 5 Wasserproben entnommen, an denen eine Untersuchung auf betonangreifende Inhaltsstoffe und auf Stahlaggressivität durchgeführt wurde.

Die chemischen Untersuchungen der anstehenden Erdstoffe und des Grundwassers umfassen folgende Untersuchungen:

- Beurteilung der Betonaggressivität des Wassers nach DIN 4030-1
- Beurteilung Stahlaggressivität des Wassers nach DIN 50 929-3
- Beurteilung der Stahlaggressivität des Bodens nach DIN 50 929-3
- Bestimmung der Parameter nach LAGA TR Boden (2004) Tab. II. 1.2-1
- Bestimmung der Parameter nach DepV 2009 / 2013 Tabelle 2

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind als Anlage 4 beigefügt. Die Anlagen 4.1 bis 4.3 enthalten die Auswertungen der Analysen der Wasserproben. Die Anlagen 4.4 und 4.5 enthalten die Gegenüberstellung der Analyseergebnisse nach LAGA TR Boden bzw. DepV mit Zuordnungswerten. In Anlage 4.6 sind Probenahme und Mischprobenbildung dokumentiert. Als Anlage 4.7 sind die Prüfberichte zu den chemischen Analysen enthalten.

## **2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE**

### **2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung**

Das Gelände im untersuchten Trassenabschnitt ist durch kleinere Erhebungen natürlichen und nicht natürlichen Ursprungs geprägt. Die Trasse schneidet eine leichte Erhebung (98,6 m NHN) zwischen der Elisabethhöhe (ca. 100 m NHN) und dem Deponiekörper (ca. 109 m NHN) an. Im weiteren Verlauf führt die Trasse in das derzeitige Flussbett und damit in den „Lauchgrund“.

Die Geländehöhen im Trassenabschnitt und im angrenzenden Gelände bewegen sich zwischen ca. 88 und 110 m NHN 92. Der Wasserspiegel der „Laucha“ liegt knapp unter dem Niveau des Geländes, westlich des SÜ-Bauwerkes sind dies ca. 87,5 m NHN.

Als Bebauung im Trassenverlauf sind die bestehenden Überführungsbauwerke für die Bahn (EÜ) und die Straße zwischen Buna-Werken und Elisabethhöhe (SÜ) mit den zugehörigen Anschlussdämmen und zwischen den Brückenbauwerken verlaufende, die „Laucha“ querende Gas- und Produktleitungen zu erwähnen. Im Bereich des geplanten Einschnitts nähert sich der Trassenverlauf Ferngasleitungen an. IM weiteren Verlauf werden insbesondere zwischen EÜ und SÜ Gas- und Produktleitungen gekreuzt. Rund 50 m nördlich des derzeitigen Bettes der „Laucha“ beginnt das Gelände der Buna-Werke, insbesondere die Anlagen der Fa. DOW. Die Trasse bzw. die zu erstellenden Einschnittböschungen schneiden auch in die Deponie 2 der Hochhalde Schkopau ein.

Das Gelände im direkten Umfeld der Trasse ist im Wesentlichen Ackerland und Grasland mit geringem Baumbestand und mit einzelnen Sträuchern. Die Böschungen der Anschlussdämme an die bestehenden Bauwerke und einige kurze Trassenabschnitte sind mit Bäumen und Buschwerk bewachsen. Das Gelände zwischen EÜ und SÜ ist Sumpfland. Die Deponie ist begrünt und mit Buschwerk und einzelnen Bäumen bewachsen.

## 2.2 Baugrund

Der Standort liegt nach Unterlage [U 3] am nordwestlichen Rand der Merseburger Buntsandsteinplatte im Verbreitungsgebiet der Gesteine des Mittleren Buntsandsteins. Der Mittlere Buntsandstein stellt eine Wechselfolge von Tonsteinen und Sandsteinen dar, die in den oberen Bereichen zu Lockergestein zersetzt sind. Über dem Mittleren Buntsandstein sind für den untersuchten Standort teils geringmächtige pleistozäne Ablagerungen (z. B. Geschiebelehm) zu erwarten, die von holozänen Sedimenten (Auesedimente, Aueton, Auesand, Flussskies und lokal Torf) oder größermächtigen anthropogenen Auffüllungen überprägt werden.

Der Standort ist ingenieurgeologisch schwachfrei.

Anhand der niedergebrachten Aufschlüsse können die Baugrundverhältnisse im Trassenverlauf wie folgt beschrieben werden:

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht- mächtigkeit [m]	Schicht- UK [m u GOF]	Bodenbeschreibung	
				Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungs- dichte
1a	Mutterboden <sup>1)</sup>	0,20 - 1,40	0,20 - 14,0	Schluff, sandig, organisch, humos / Schluff, tonig, feinsandig, graubraun bis braun bis dunkelbraun bis schwarz	weich bis steif
1b	Auffüllung, gemischtkörnig <sup>1)</sup>	2,90 - 4,30	3,00 - 4,40	Feinsand, schluffig bis stark schluffig, sandig / Schotter sandig, steinig / Kies, sandig, schluffig / Sand, kiesig, schwach schluffig bis schluffig, tonig, hellgrau, grau, braun bis ockerbraun	steif bis halbfest / locker bis mitteldicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht- mächtigkeit [m]	Schicht- UK [m u GOF]	Bodenbeschreibung	
				Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungs- dichte
1c	Auffüllung, Mudde <sup>1)</sup>	0,30 - 0,40	0,30 - 0,40	Mudde, schwarz	breiig
1d	Auffüllung, Haldenmaterial <sup>1)</sup>	1,30 - 12,6	1,50 - 12,6	Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach san- dig bis sandig, / Feinsand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, blaugrau bis braun	weich bis flüs- sig, z.T. auch steif, in Zwi- schenlagen halbfest bis fest
2a	Auelehm (Aueton / -sand) <sup>1)</sup>	> 0,30 - 5,10	3,40 - 5,90, z.T. nicht durchteuft	Schluff, tonig schwach fein- und mittelsandig, organisch / Ton, schluffig, schwach fein- und mittelsandig, organisch, grau bis schwarz, braun / Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, hellbraun	weich bis steif / mitteldicht
2b	Flusskies <sup>1)</sup>	0,20 - 0,90	0,50 - 8,10	Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach stei- nig / Kies, stark sandig, schwach steinig, grau bis graubraun	mitteldicht
3	Geschiebelehm <sup>1)</sup>	0,20 - 0,90	0,50 - 1,20	Ton, schluffig bis stark schluffig / Sand, stark schluffig, tonig, schwach kiesig	steif
4a	Buntsandstein, zersetzt <sup>1)</sup>	>0,20 - 11,0	4,10 - 23,9, z.T. nicht durchteuft	Feinsand, z.T. mittel- sandig, z.T. schluffig, z.T. tonig, grau, grau- grün, graublau oder Ton, schluffig, feinsandig grau bis braungrau bis grüngrau	mitteldicht bis dicht / halbfest
4b	Buntsandstein, verwittert <sup>1)</sup>	>1,10 - >10,1	nicht durch- teuft	Buntsandstein mäßig bis schwach verwittert, hell- grau bis grauweiß	

1) nicht in allen Aufschlüssen erkundet

**Tabelle 2.2-1: Baugrundaufbau**

Die **Schicht 1a Mutterboden** ist ein Schluff mit sandigen und teils tonigen Anteilen, der teils +/- organisch und humos durchsetzt ist. Die Färbung reicht von graubraun bis braun, dunkelbraun und

schwarz. Teilweise steht der Mutterboden im Untersuchungsgebiet nicht an der Geländeoberfläche an, sondern wird von unterschiedlichen Auffüllungen überlagert.

Als **Schicht 1b** sind hier die **Auffüllungen** insbesondere im Bereich des Straßenüberführungsbauwerkes und alle nicht der Deponie zugeordneten anthropogenen Auffüllungen zusammengefasst. Die teils sehr inhomogenen Auffüllungen können Sande oder auch Kiese, jeweils mit unterschiedlich stark ausgeprägtem Anteil an Feinkorn (Schluff und/oder Ton), sein. Auch der am Straßenüberführungsbauwerk erkundete Unterbau wird dieser Bodenschicht zugeordnet. Die Färbung kann als hellgrau bis grau, oder auch braun bis ockerbraun beschrieben werden.

Mit **Schicht 1c** ist die im sumpfigen Bereich in den Aufschlüssen RKS 16 und RKS 17 erkundete schwarzen **Mudde** benannt. Aufgrund spezifizierter anthropogener Verunreinigungen wird davon ausgegangen, dass sie hier umgelagert vorliegt und wird daher als **Auffüllung** geführt. Für die Mudde ist von maximal breiiger Beschaffenheit auszugehen.

Unter der Bezeichnung **Schicht 1d** sind alle **Auffüllungen** zusammengefasst, die auf der **Halde** erkundet wurden und das typische graue bis blaugraue Haldenmaterial enthalten. Die Beschaffenheit des Materials schwankt, je nachdem wie lange das Material bereits auf der Halde liegt zwischen breiig und steif bis halbfest. Es kann davon ausgegangen werden, dass im Allgemeinen mit zunehmender Tiefe (und Lagerungsdauer) höhere Scherfestigkeiten und Steifigkeiten vorgefunden werden. **Bei hohem Wassergehalt und entsprechender Anregung neigt dieses Material zur Verflüssigung.** Die Wassergehalte wurden teilweise mit über 170% ermittelt. Bezeichnend für diese Auffüllung ist die sehr geringe Dichte (um ca.  $\rho_n = 1,3 \text{ g/cm}^3$ ). Das Material weist in ungestörter Lagerung Scherparameter auf (untere charakteristische Werte  $\varphi' = 14^\circ$ ,  $c' = 2,5 \text{ kN/m}^2$ ), die einer mittleren drainierten Scherfestigkeit entsprechen. Ein undrainiert ausgeführter Scherversuch weist einen leicht geringeren Reibungswinkel und eine deutlich erhöhte Kohäsion auf (Werte des Laborversuchs  $\varphi_u = 20^\circ$ ,  $c_u = 30 \text{ kN/m}^2$ ). Unter dynamischer Beanspruchung ist davon auszugehen, dass sich durch den Aufbau eines Porenwasserüberdrucks die Kohäsion gegen Null bewegt und der Reibungswinkel noch deutlich geringer als im undrainierten Zustand wird.

**Schicht 2a** beinhaltet die **Auesedimente**, die im Wesentlichen im Bereich des vorhandenen Laufs der „Laucha“ erkundet wurden. Diese können als Auesand, (z. B. Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig) Aueton (z. B. Ton, schluffig, schwach fein- und mittelsandig, organisch) oder Auelehm ausgebildet sein. Die Färbung der Auesedimente reicht von hellbraun über braun bis schwarz. Häufig ist diesen Ablagerungen ein fauliger Geruch zu eigen.

Die Schicht **2b Flussskies** umfasst die sandigen, teils schwach schluffigen Kiese und Sande im Bereich des Flusslaufes der „Laucha“. Für diese ist von einer mittleren bis guten Durchlässigkeit auszugehen.

Als **Schicht 3** wird hier der **Geschiebelehm** bezeichnet, der nur in sehr geringer Restmächtigkeit im Trassenverlauf bis etwa km 3+100 erkundet wurde. Die Kornzusammensetzung dieser Schicht reicht von schluffigem bis stark schluffigem Ton bis stark schluffigem, tonigen, schwach kiesigen Sand. Kennzeichnend für diesen Boden ist z. B. sein Kalkgehalt.

Die **Schichten 4a und 4b** umfassen die Gesteine des Buntsandsteins. In **Schicht 4a** sind dabei die zu Sand oder auch Ton **zersetzten Sandsteine** oder **Tonsteine** zusammengefasst. Als **Schicht 4b** werden die **verwitterten** Bereiche des **Buntsandsteins** bezeichnet. Eine klare Trennung dieser beiden Schichten ist nicht vorgenommen worden, da in die verwitterten Bereiche immer wieder Zersatzhorizonte eingeschaltet sind. Damit ist der Ansatz von Festgesteinskennwerten an dieser Stelle nicht zielführend und der erkundete Buntsandsteinbereich wird mit bodenmechanischen Kennwerten beschrieben.

### 2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten (von 07.05.2014 bis 16.06.2014) wurden folgende Wasserstände gemessen:

Auf- schluss [Nr.]	Ansatzhöhe [m NHN]	Wasseranschnitt		Wasserstand bei Bohrende		Datum
		[m u GOF]	[m NHN]	[m u GOF]	[m NHN]	
BK 1/13	109,52	13,00 <sup>a</sup> /14,00 <sup>b</sup>	96,52	12,83	96,69	18.06.14
BK 2/13	98,15	4,30 <sup>b</sup>	93,85	4,12	94,03	26.05.14
BK 3/13	97,82	11,10 <sup>b</sup>	86,72	3,60	94,22	08.07.14
BK 4/13	98,38	4,70 <sup>b</sup>	93,68	4,32	94,06	10.06.14
BK 5/13	98,12	4,90 <sup>b</sup>	93,22	4,61	93,51	21.05.14
BK 6/13	99,02	6,40 <sup>b</sup>	92,62	5,98	93,04	10.06.14
BK 7/13	99,33	7,30 <sup>b</sup>	92,03	5,80	93,53	08.07.14
BK 8/13	99,41	7,80 <sup>b</sup>	91,61	5,84	93,57	04.06.14
BK 9/13	101,78	9,60 <sup>b</sup>	92,18	8,69	93,09	27.06.14



Auf- schluss [Nr.]	Ansatzhöhe [m NHN]	Wasseranschnitt		Wasserstand bei Bohrende		Datum
		[m u GOF]	[m NHN]	[m u GOF]	[m NHN]	
BK 10/13	99,64	10,50 <sup>b</sup>	89,14	7,00	92,64	01.07.14
BK 11/13	91,27	2,60 <sup>q</sup> / 5,90 <sup>q</sup> / 7,80 <sup>b</sup>	88,67	1,74	89,53	04.06.14
RKS 12/13	98,41	10,40 <sup>q</sup>	88,01	-	-	27.08.14
BK 13/13	98,20	14,30 <sup>q</sup>	83,90	8,81	89,39	27.08.14
BK 14/13	89,03	0,20 <sup>q</sup>	88,83	1,50	87,53	26.08.14
RKS 15/13	89,06	0,40 <sup>q</sup>	88,66	0,00	89,06	26.08.14
RKS 16/13	90,17	0,00 <sup>q</sup>	90,17	0,00	90,17	12.05.14
RKS 17/13	89,95	1,20 <sup>q</sup>	88,75	1,10	88,85	12.05.14
RKS 18/13	92,46	3,70 <sup>q</sup>	88,76	3,65	88,81	12.05.14
BK 20/13	93,32	7,40 <sup>q</sup>	85,92	4,62	88,70	11.06.14
BK 21/13	93,20	8,80 <sup>q</sup>	84,40	4,72	88,48	14.06.14
BK 24/13	98,47	-	-	4,20	94,27	09.07.14

q      Anschnitt im Quartär

b      Anschnitt im Buntsandstein

**Tabelle 2.3-1:** Grundwasserstände

Aus den im Zuge der Erkundung gemessenen Wasserständen, ergänzt durch die in [U 5] dokumentierten Wasserstände lässt sich im Untersuchungsgebiet ein in Richtung Nordost abnehmender freier Grundwasserspiegel im Zersatz des Buntsandsteins annehmen. In Bereichen, in denen die wasserführenden Lagen des zersetzten Buntsandsteins von bindigem Material überlagert werden, kann das Grundwasser subartesisch gespannt anstehen.

Für den Trassenverlauf wurden mit fortschreitender Kilometrierung stetig abnehmende Wasserstände erkundet. Dementsprechend ist mit von 97 m NHN (Stat. 2+477) auf 90 m NHN (Stat. 3+450) stetig abnehmenden temporären (bauzeitig) Wasserständen im Buntsandstein zu planen.

Der quartäre Grundwasserleiter (Flusskies, Schicht 2b) wurde nur im Bereich der geplanten Bauwerke bzw. zwischen Stat. 3+200 und Stat. 3+450 angetroffen. Die erkundeten Wasserstände sinken im betrachteten Bereich nur marginal mit fortlaufender Kilometrierung ab. Für den quartären Grundwasserleiter ist daher bauzeitig einheitlich ab einem Niveau von 90 m NHN von Grundwasser auszugehen.

Der Bemessungswasserstand wird mit 97,5 m NHN bei Stat. 2+477 festgelegt und fällt stetig auf 90,5 m NHN im Bereich der Einbindung in den Altlauf der „Laucha“ (ca. Stat. 3+200). Für den Bereich der geplanten Bauwerke wird ein Bemessungswasserstand von einheitlich 90,5 m NHN festgelegt.

Die Bauwasserstände ergeben sich aus den höchsten bisher gemessenen Wasserständen (vgl. auch [U 5]) zuzüglich eines Sicherheitsaufschlags. Für die Bemessungswasserstände wird von einem um 0,5 m höheren Wasserstand ausgegangen. Das Grundwasser steht im Allgemeinen subartesisch gespannt an.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit in situ wurde in den zu Grundwassermessstellen (GWM) ausgebauten Bohrungen BK 2/13, BK 5/13 und BK 20/13 jeweils ein Pumpversuch mit Messung der Absenkung und des Wiederanstiegs durchgeführt. Die Auswertung der Pumpversuche erfolgte nach verschiedenen Verfahren. Zum einen nach dem Zeit-Absenkungsverfahren von Cooper/Jacob aus der Absenkung, zum anderen nach dem Verfahren von Theis aus dem Wiederanstieg und aus der Entnahmemenge nach Hölting.

Die Auswertungen der Versuche sind als Anlage 6.1 beigelegt. Aus den Pumpversuchen sowie aus Laborversuchen (aus Sieblinien nach Mallet/Paquand bzw. Beyer) können folgende Durchlässigkeiten angegeben werden:

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit [m/s]
2a	Auelehm Auesand Aueton	$1,8 \cdot 10^{-6} - 3,7 \cdot 10^{-5}$ -
2b	Flusskies	ca. $3,7 \cdot 10^{-5} - 6,0 \cdot 10^{-5}$
3	Geschiebelehm	$5 \cdot 10^{-5}$
4a	Buntsandstein, zersetzt Sst, zers. Tst, zers.	$1,1 \cdot 10^{-8} - 3,4 \cdot 10^{-5}$ -
4b	Buntsandstein, verwittert	$6,0 \cdot 10^{-9}$

**Tabelle 2.3-2:** Wasserdurchlässigkeiten der Baugrundsichten

Abweichend von den im Versuch ermittelten Durchlässigkeiten lassen sich auf Grund der Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden folgende Bereich zu erwartender Durchlässigkeiten angeben:

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit [m/s]
2a	Auelehm	$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-5}$
2b	Flusskies	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$
3	Geschiebelehm	$1 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-5}$
4a	Buntsandstein, zersetzt Sst, zers. Tst, zers.	$1 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-11} - 1 \cdot 10^{-8}$
4b	Buntsandstein, verwittert	$1 \cdot 10^{-9}$ sandgefüllte Trennflächen z.B. in Klüften $10^{-4} - 10^{-9}$

**Tabelle 2.3-3:** Bereiche zu erwartender Durchlässigkeiten der erkundeten Baugrundsichten auf Grundlage von Erfahrungen

Aus mehreren Aufschlüssen wurden Wasserproben entnommen und auf Beton- und/oder Stahlaggressivität untersucht. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Aufschluss	Entnahmetiefe	Betonaggressivität nach DIN 4030		Stahlaggressivität nach DIN 50 929			
				unter Wasser		Wasser-Luft-Grenze	
[Nr.]	[m u GOF]			Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
BK 1/13	12,83	stark	XA3	gering	sehr gering	mittel	gering
BK 11/13	1,80	mäßig	XA2	sehr gering	sehr gering	gering	sehr gering
	Laucha bei BK 11/13	mäßig	XA2	sehr gering	sehr gering	mittel	gering
BK 20/13	4,60	schwach	XA1	sehr gering	sehr gering	gering	sehr gering
	Laucha bei BK 20/13	mäßig	XA2	sehr gering	sehr gering	mittel	gering

**Tabelle 2.3-4:** Wasserproben und Analyseergebnisse

Die Bewertungen der Analyseergebnisse sind als Anlage 4.1 und 4.2 beigefügt, die Prüfberichte der chemischen Analysen können den Anlagen 4.7 entnommen werden.

Es wird empfohlen, für den Standort mindestens von Expositionsklasse **XA2**, im Bereich der Deponie sogar von **XA 3** auszugehen und die Verwendung von sulfatresistentem Zement für mit Grund- oder Flusswasser in Berührung kommende Bauteile, einzuplanen.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter Stähle nach DIN 50 929 T.3 Tab. 7 wird im Unterwasserbereich hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion als gering (BK 1/13) bis sehr gering eingeschätzt. Die Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion in diesem Bereich ist ebenfalls sehr gering. An der Wasser-Luft-Grenze wird die Wahrscheinlichkeit für eine Lochkorrosion als gering bis mittel und für Flächenkorrosion als sehr gering bis gering eingeschätzt (vgl. Tabelle 2.3-2 und Anlage 4.2).

Der anstehende Baugrund wurde auf Grundlage chemischer Analysen hinsichtlich seiner Aggressivität gegenüber nichtlegierten Stählen untersucht und nach DIN 50 929-3 bewertet. Im Einzelnen wurden die Mischproben MP 3 und MP 5 (siehe Anlage 4.4) im Bereich des SÜ – Bauwerkes hinsichtlich stahlangreifender Inhaltsstoffe untersucht und bewertet.

Es ergibt sich für die Auffüllungen der MP 3 eine Einstufung in Bodenklasse III (**stark aggressiv**) mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sowie einer mittleren Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion.

Für die Flussskiese der MP 5 ergibt sich eine Einstufung in Bodenklasse Ib (**schwach aggressiv**) mit einer geringen Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion sowie einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion.

Für alle Bauteile die in die Auffüllungen einbinden ist planerisch eine starke Stahlaggressivität zu berücksichtigen.

Die Analyseergebnisse sind der Anlage 4.7 zu entnehmen.

## 2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Folgende bodenmechanische Versuche wurden im Rahmen der Erkundung der Trasse im Labor des AN durchgeführt:

- 14 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
- 41 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- 4x Bestimmung der Dichte nach DIN 18 125-1

- 3 x Proctorversuch nach DIN 18 127
- 10 x Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128
- 2 x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129
- 3 x Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130
- 3 x Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN 18 136
- 13 x Scherversuche im Rahmenschergerät nach DIN 18 137

Die Probenzuordnung und Details zu den Prüfwerten sind der Anlage 5 zu entnehmen. Eine Zusammenfassung aller in den bodenmechanischen Laborversuchen ermittelten Kennwerte enthält Anlage 5.11. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in die Charakterisierung der Bodenschichten und die Festlegung der bodenmechanischen und felsmechanischen Kennwerte eingegangen.

## **2.5 Umwelttechnische Untersuchungen**

Die Proben aus den angetroffenen Auffüllungen und Baugrundsichten wurden zu Mischproben (MP 7 bis MP 32) und der Sonderprobe 24 zusammengestellt und nach LAGA TR Bauschutt oder nach den Vorgaben der Deponieverordnung / Zuordnungswerten der Deponie Hochhalde Schkopau untersucht.

Die Zusammensetzung der Einzelproben zu den jeweiligen Mischproben kann der Anlage 4.6, die Prüfberichte der Anlage 4.7 entnommen werden.

Im Untersuchungsgebiet wurden die folgenden Homogenbereiche identifiziert und die gewonnenen Braunglasproben entsprechend zu Mischproben zusammengefasst:

Auf der Deponie:

- |  |         |
|--|---------|
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 1+22 bindig, Haldenmaterial 0 – 5 m   | → MP 7  |
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 1+22 bindig, Haldenmaterial 5 – 10 m  | → MP 8  |
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 1+22 rollig, Haldenmaterial 0 – 5 m   | → MP 9  |
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 1+22 rollig, Haldenmaterial 5 – 10 m  | → MP 10 |
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 23+25 bindig, Haldenmaterial 0 – 5 m  | → MP 11 |
| ▪ Auffüllungen (1d) BK 23+25 bindig, Haldenmaterial 5 – 10 m | → MP 12 |
| ▪ bindige Auffüllungen (1b)                                  | → MP 13 |
| ▪ gemischtkörnige Auffüllungen (1b)                          | → MP 14 |
| ▪ Auffüllungen mit Fremdbeimengungen (1b)                    | → MP 15 |

- Mutterboden unter der Halde (1a) → MP 16
- Mutterboden neben der Halde (1a) → MP 17
- umgelagerter Mutterboden (1a) → MP 18
- Geschiebelehm (3) → MP 19
- Zersetzter und verwitterter Sandstein (4a) unter Haldenmaterial → MP 20
- zersetzter und verwitterter Tonstein (4a) unter Haldenmaterial → MP 21
- zersetzter und verwitterter Sandstein (4a) neben der Halde → MP 22
- zersetzter und verwitterter Tonstein (4a) neben Halde → MP 23
- Sonderprobe Sandstein, zersetzt (4a) BK 1/13 16,7 – 17,1 m → SP 24

## Vor der Deponie:

- Bindige Auffüllungen (1b) → MP 25
- Nichtbindige Auffüllungen (1b) → MP 26
- Auffüllungen mit Fremdbestandteilen (1b) → MP 27
- Mutterboden (1a) → MP 28
- Geschiebelehm (3) → MP 29
- Auematerial (2a) → MP 30
- Zersetzter und verwitterter Tonstein (4a) → MP 31
- Zersetzter und verwitterter Sandstein (4a) → MP 32

Die nachstehenden Tabellen liefern eine kurze Übersicht der Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen. Hier sind ebenfalls die Ergebnisse der chemischen Analysen für die Bauwerke EÜ und SÜ mit aufgeführt

Probe	Schicht-Nr.	Bezeichnung	Material	Untersuchung hinsichtlich TR LAGA	Einstufung nach LAGA	Einstufung nach DepV	Abfall-schlüssel-nummer nach AVV
MP 1	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	Auffüllung mit Fremdbestandteilen (SÜ)	Bauschutt	Z 2	DK II	17 05 04
MP 2	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	bind. / gemischtkörnige Auffüllung (SÜ)	Boden <sup>2)</sup>	Z 2	-	17 05 04

Probe	Schicht-Nr.	Bezeichnung	Material	Untersuchung hinsichtlich TR LAGA	Einstufung nach LAGA	Einstufung nach DepV	Abfallschlüsselnummer nach AVV
MP 3	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	bind. Auffüllung (SÜ)	Boden <sup>2)</sup>	> Z 2	DK I <sup>1)</sup>	17 05 04
MP 4	2a	Auelehm	Auelehm (SÜ)	Boden	Z 2	-	17 05 04
MP 5	2b	Flussskies	Flussskies (SÜ)	Boden	> Z 2	DK III <sup>1)</sup>	17 05 04
MP 6	4a	zers. Buntsandstein	Sandstein (SÜ)	Boden	Z 0	-	17 05 04
MP 15	1a	Mutterboden	Mutterboden (Halde)	Bauschutt	Z 0	-	17 05 04
MP 25	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	bind. Auffüllung	Bauschutt	> Z 2	DK I <sup>1)</sup>	17 05 04
MP 26	1b	Auffüllung gemischtkörnig	nichtbind. Auffüllung	Bauschutt	Z 0	-	17 05 04
MP 27	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	Auffüllung mit Fremdbestandteilen	Bauschutt	Z 2	-	17 05 04
MP 35	2a	Auelehm	Aueton (EÜ)	Boden	Z 2	-	17 05 04
MP 36	2b	Flussskies	Flussskies (EÜ)	Boden	Z 2	-	17 05 04
MP 37	4a	zers. Buntsandstein	zers. Tonstein (EÜ)	Boden	Z 1.1	-	17 05 04
MP 39	2a	Auelehm	Auesand (EÜ)	Boden	Z 2	-	17 05 04

1) nach bisherigen (unvollständigen) Analyseergebnissen, Nachuntersuchung fehlender Zusatzparameter zu empfehlen

2) Auffüllungen aus umgelagerten natürlichen Böden mit <10% Fremdbestandteilen

**Tabelle 2.5-1:** Bewertung der chemischen Untersuchungen an bodenähnlichen Auffüllungen

Probe	Schicht-Nr.	Bezeichnung	Material	Zuordnungswerte Hochhalde Schkopau / DepV [U 7]	maßgebender Wert
-------	-------------	-------------	----------	---	------------------

Probe	Schicht-Nr.	Bezeichnung	Material	Zuordnungswerte Hochhalde Schkopau / DepV [U 7]	maßgebender Wert
MP 7	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 1+22 bindig auf der Deponie, Haldenmaterial 0 – 5 m	PK 3 <sup>1)</sup>	el. Leitfähigkeit, Abdampfrückstand
MP 8	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 1+22 bindig auf der Deponie, Haldenmaterial 5 – 10 m	> DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 9	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 1+22 rollig auf der Deponie, Haldenmaterial 0 – 5 m	>DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 10	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 1+22 rollig auf der Deponie, Haldenmaterial 5 – 10 m	> DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 11	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 23+25 bindig auf der Deponie, Haldenmaterial 0 – 5 m	>DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 12	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	Auffüllungen BK 23+25 bindig auf der Deponie, Haldenmaterial 5 – 10 m	PK 3 <sup>1)</sup>	el. Leitfähigkeit, Abdampfrückstand
MP 13	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	bindige Auffüllungen	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
MP 14	1d	Auffüllung, Haldenmaterial	gemischtkörnige Auffüllungen	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust, TOC
MP 16	1a	Mutterboden	Mutterboden unter Halde	>DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 17	1a	Mutterboden	Mutterboden neben Halde	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
MP 18	1a	Mutterboden	umgel. Mutterboden	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
MP 19	3	Geschiebelehm	Geschiebelehm	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-
MP 20	4a	zers. Buntsandstein	zersetzer und verwitterter Sandstein unter Halde	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-



Probe	Schicht-Nr.	Bezeichnung	Material	Zuordnungswerte Hochhalde Schkopau / DepV [U 7]	maßgebender Wert
MP 21	4a	zers. Buntsandstein	Zersetzter und verwitterter Tonstein unter Halde	PK 2 <sup>1)</sup>	Sulfat
MP 22	4a	zers. Buntsandstein	zersetzter und verwitterter Sandstein neben der Halde	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-
MP 23	4a	zers. Buntsandstein	zersetzter und verwitterter Tonstein neben der Halde	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
SP 24	4a	zers. Buntsandstein	zers. Sandstein	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	
MP 28	1a	Mutterboden	Mutterboden	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
MP 29	3	Geschiebelehm	Geschiebelehm	PK 4	Glühverlust
MP 30	2a	Auelehm	Auesedimente	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-
MP 31	4a	zers. Buntsandstein	zersetzter und verwitterter Tonstein	PK 4 <sup>1)</sup>	Glühverlust
MP 32	4a	zers. Buntsandstein	zersetzter und verwitterter Sandstein	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-
MP 33	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	Auffüllung mit Fremdbestandteilen (EÜ)	>DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust
MP 34	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	nichtbindige Auffüllungen (EÜ)	Spalte 6 Dep-VerwV <sup>1)</sup>	-
MP 38	1b	Auffüllung, gemischtkörnig	Auffüllung mit Fremdbestandteilen (EÜ)	>DK II <sup>2)</sup>	Glühverlust

1) Ablagerung auf der Hochhalde Schkopau möglich

2) Ablagerung auf der Hochhalde Schkopau nicht zulässig

**Tabelle 2.5-2:** Bewertung der chemischen Untersuchungen an bodenähnlichen Auffüllungen nach Anlage 1, Betriebshandbuch Betrieb Schkopau Leuna Version 7/2013 vom 25.09.2013

Werden die Zuordnungswerte **Z 0** nicht überschritten, ist die Verwendung nach LAGA TR Boden (2004) in bodenähnlicher Anwendung bei bodenmechanischer Eignung uneingeschränkt auch au-

ßerhalb der Baumaßnahme zulässig. Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 0 (vgl. Tabelle 2.5-2) ist die Verwendung des Erdstoffs im eingeschränkten, offenen Einbau in technischen Bauwerken möglich. Bei Einhaltung der Zuordnungswerte **Z 1.1** ist der Wiedereinbau in technischen Bauwerken auch bei ungünstigen hydrologischen Standortbedingungen nach LAGA TR Boden (2004) zulässig. Bei Einhaltung der Zuordnungswerte **Z 1.2** darf nur unter günstigen hydrologischen Bedingungen wieder eingebaut werden. Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 1.2 und Einstufung in **Z 2** ist prinzipiell der Einbau unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei entsprechender bodenmechanischer Eignung möglich. Details sind in LAGA TR Boden (2004) geregelt. Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist die Verwertung in technischen Bauwerken generell ausgeschlossen. Die Ablagerung auf einer geeigneten **Deponie** wird erforderlich. Innerhalb der Baumaßnahme können i.d.R. bei bodenmechanischer Eignung alle Böden mit einer Einbauklasse bis einschließlich Z 2 wieder eingebaut werden, sofern sie in Bereichen verwendet werden, die eine vergleichbare Vorbelastung aufweisen.

Eine Zusammenfassung der auf den chemischen Analysen (Anlage 4.7) beruhenden Einstufungen nach LAGA 2004 und DepV 2009 (Anlage 4.4 und 4.5) der einzelnen untersuchten Mischproben kann Tabelle 2.5-2 entnommen werden.

Die Mischproben 7 bis 34 und 38 wurden hinsichtlich Anlage 1 Betriebshandbuch Betrieb Schkopau-Leuna Version 7/2013 mit Stand vom 25.09.2013 bewertet. Auf der Deponie Hochhalde Schkopau ist die Ablagerung von Materialien bis DK II zulässig. Für Materialien, die zur Verbringung auf der Hochhalde vorgesehen sind, sind die Untersuchungsumfänge und Zuordnungswerte nach Anlage 1 des Betriebshandbuch Betrieb Schkopau-Leuna Stand 7/2013 einzuhalten. Auf Grundlage dieser Zuordnungswerte erfolgte die Einstufung der Mischproben in Tabelle 2.5-3 in Preisklassen (PK). Eine Überschreitung der Grenzwerte der PK 5 ist gleichzusetzen mit einer Überschreitung der DK II und schließt somit die Verbringung auf der Deponie Hochhalde Schkopau aus. Dies betrifft im Einzelnen die Mischproben MP 8, MP 9, MP 10, MP 11, MP 16, MP 33 und MP 38. Der überschrittene Parameter für eine Zuordnung in DK II ist in allen genannten Mischproben der Glühverlust. Im Wesentlichen betrifft dies Materialien, die bereits auf der Halde lagern. Ausnahmen bilden lediglich die Auffüllungen mit Fremdbestandteilen im Bereich der EÜ (MP 33 und MP 38). Über die Möglichkeit der Ablagerung dieser Materialien auf der Hochhalde Schkopau ist ggf. mit der zuständigen Umweltbehörde zu beraten.

## 2.6 Geotechnische Besonderheiten

Der Standort wird nach DIN EN 1998-1/NA keiner Erdbebenzone zugeordnet. Seismische Einwirkungen sind daher nicht zu berücksichtigen.

Es liegen keine Hinweise auf betriebenen Bergbau im Standortbereich vor.

Nach RStO 12 wird der Standort in Frosteinwirkungszone II eingeordnet.

### 3. BODENKENNWERTE

#### 3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren:

Schicht - Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300	Frost- empfind- lichkeit <sup>1)</sup>	Verdicht- barkeit <sup>2)</sup>	Bohrbarkeits- klassen nach DIN 18 301
1a	Mutterboden	A, UL, OH, OU	1	F 2 – F 3	V 3 bis nicht verdichtbar	BO 1
1b	Auffüllung, gemischtkörnig	A, [SU], [SU*], [GU], [GU*], [TL], [TM], [UL], [UM]	3 – 4 <sup>3)</sup>	F 1 – F 3	V 1 bis V 3	BN 1 bis BN 2 und BB 1 – BB 2
1c	Auffüllung, Mudde	A, [HZ]	2	F 3	nicht ver- dichtbar	BO 1
1d	Auffüllung, Haldenmaterial	A [TL], [TM]	2 – 4,	F 3	nicht verdichtbar <sup>5)</sup>	BB 1 – BB 2 Zusatzklasse BS 2 – BS 4 möglich
2a	Auelehm	TA, TL, UL,  SU, SU*	4 – 5 <sup>3)</sup>  3 – 4	F 2 – F 3  F 1 – F 3	V 3 bis nicht verdichtbar V 1 – V 2	BB 2,  BN 1 – BN 2
2b	Flusskies	GI, GE, GW GU	3	F 1 - F 2	V 1	BN 1
3	Geschiebelehm	UL, TL, TM, TA	4 <sup>3)</sup> 5	F 3 F 2	V 3 bis nicht verdichtbar	BB 2 – BB 3
4a	zersetzter Buntsandstein, Sandstein,  Tonstein	SE, SU SU *UL, TL, TM TA	3  4 <sup>3)</sup> z.T. 5 <sup>3)</sup>	F 1  F 3	V 1  V 3 z.T. nicht verdichtbar	BN 1 – BN 2  BB 2 – BB 3

Schicht - Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300	Frostempfindlichkeit <sup>1)</sup>	Verdichtbarkeit <sup>2)</sup>	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18 301
4b	verwitterter Buntsandstein	Sst, Tst <sup>4)</sup>	6 – 7	-	-	FV 1 – FV 2 (FD 2)

1) Nach ZTV E-StB 09, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

2) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar V3 = schwer verdichtbar.

3) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.

4) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

5) Einstufung abweichend von der Bodengruppe auf Grund ungünstiger bodenmechanischer Eigenschaften

**Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung**

### 3.2 Bodenkennwerte

Auf der Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden lassen sich die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi_k'$ [°]	Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}$ <sup>1)</sup> [MN/m <sup>2</sup> ]
1a	Mutterboden	18	10	20,0	2,5	-	3
1b	Auffüllung, gemischtkörnig	18	10	25,0	2,5	5	10
1c	Auffüllung, Mudde	19	9	25,0	5	5	3
1d	Auffüllung, Haldenmaterial	15	5	27,5	10	30	15
	feste Lagen, weich bis steif	13	3	14,0	2,5	30	5
	flüssig bis weich	13	3	5,0	0	( $\phi_u=20^\circ$ ) 0	1
2a	Auelehm	19	10	22,5	7,5	22,5	5 – 10
2b	Flusskies	19	10	32,5	0	-	30
3	Geschiebelehm	19	10	27,0	10,0	25	15
4a	zersetzter Buntsandstein	19	11	27,5	7,5	10 – 15	20 – 30
	Sandstein Tonstein	20	10	17,5	25	100	20 – 30

1) Ermittlung des Steifemoduls  $E_{s,k}$  für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m<sup>2</sup>

**Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte**

### 3.3 Felsmechanische Kennwerte

Für das im Baufeld anstehende Festgestein lassen sich die folgenden charakteristischen Kennwerte angeben.

Schicht-Nr.	Felsart	Wichte feuch- tes Ge- birge $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Rei- bungs- Winkel $\varphi_k$ [°]	Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Einax. Druckfestig- keit Gestein $\sigma_{c,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	E-Modul Gebirge $E_k$ [MN/m <sup>2</sup> ]
4b	verwitterter Buntsandstein	22,0	35,0 <sup>1)</sup>	10 <sup>1)</sup>	40 – 100	10.000 – 30.000

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen

**Tabelle 3.3-1:** Charakteristische felsmechanische Kennwerte

### 3.4 Sonstige Kennwerte und Bodeneigenschaften

Die Auffüllungen (Schicht 1) und die Auelehme (Schicht 2a) sind überwiegend **leicht rammbär**. Bereiche mit hohem Kieskornanteil in den Auffüllungen können eine **mittelschwere bis schwere Rammbbarkeit** nach sich ziehen. Rammhindernisse in den Auffüllungen können nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wurden in den Erkundungen jedoch nicht angetroffen. Für die Auffüllungen auf der Hochhalde (Schicht 1d, Haldenmaterial) ist zu beachten, dass das Material z. B. bei dynamischer Beanspruchung und entsprechend hohem Wassergehalt (beschriebene Konsistenz weich bis steif) zur **Verflüssigung** neigt. Der Flusskies (Schicht 2b) wird als **mittelschwer bis schwer rammbär** eingeschätzt. Der Geschiebelehm (Schicht 3) ist überwiegend **mittelschwer rammbär**. Rammhindernisse (Findlinge) sind in dieser Schicht möglich. Der zersetzte Sandstein (Schicht 4a) ist **schwer rammbär**. Die Schicht 4b Buntsandstein verwittert ist **sehr schwer rammbär** und in größeren Tiefen **nicht rammbär**.

## 4. FOLGERUNGEN

### 4.1 Gründung

Folgerungen für Gründungen von Bauwerken sind im Rahmen dieses Gutachtens nicht vorgesehen. Die Gründungen der im Zuge des neu trassierten Abschnittes zu errichtenden Bauwerke (EÜ und SÜ) werden jeweils in gesonderten Gutachten abgehandelt.

Die Gradiente des Unterhaltungswegs und die Gradiente der Flusstrasse liegen nach den erkundeten Schichtverläufen im Bereich des tiefen Einschnitts (zwischen ca. Station 2+650 und Station 3+200) im Zersatz des Buntsandsteins. Dieser Horizont sinkt mit weiterem Verlauf der Trasse etwas ab, so dass die Gradiente der Flusstrasse im Bereich des EÜ-Bauwerkes bereits in den Auesedimenten und Flusskiesen (Schichten 2) zu finden ist und die Gradiente des Unterhaltungswegs in den Auffüllungen (Schicht 1b). Im Bereich des SÜ-Bauwerks liegen beide Gradienten in den Auffüllungen (Schicht 1b). Das Planum des Unterhaltungswegs kann in ca. 0,5 m unter der geplanten Gradienten angenommen werden und liegt damit im Bereich des tiefen Einschnitts ebenfalls im zersetzten Buntsandstein (Tonsteinzersatz oder Sandsteinzersatz). Im weiteren Verlauf der Trasse ist das Planum in gemischtkörnigen Auffüllungen (Schicht 1b) wechselnder Zusammensetzung angeordnet.

Folgende Homogenbereiche wurden identifiziert:

Von Stat. 2+477 bis ca. Stat. 2+650

Die Gradiente der „Laucha“ liegt im Buntsandsteinzersatz und die geplanten Böschungen schneiden weitgehend nur gewachsenen Baugrund an. Die Gradiente des Unterhaltungswegs liegt im Buntsandsteinzersatz. Der für diesen Abschnitt relevante Grundwasserleiter ist der zersetzte Buntsandstein (Schicht 4a). Entsprechend ist bei gefülltem Grundwasserleiter von Wasseranschnitten ab 97,0 m NHN am Beginn des Abschnitts auszugehen. Sowohl Wasseranschnitt, als auch die möglichen Druckhöhen können oberhalb der geplanten Berme bzw. des Unterhaltungswegs liegen. Zum Ende des Abschnitts hin (Stat. 2+650) fallen die Ordinaten ab denen mit Wasseranschnitten zu rechnen ist stetig ab. Der Bemessungswasserstand (Druckhöhe) ist über den Abschnitt stetig fallend von 97,5 m NHN auf 97,0 zu berücksichtigen.

Von Stat. 2+650 bis ca. Stat. 2+800

Die Gradiente der „Laucha“ liegt im Buntsandsteinersatz und die geplanten Böschungen schneiden flusslinks das zur Verflüssigung neigende Haldenmaterial an. Flussrechts wird überwiegend gewachsener Baugrund angeschnitten. Die Gradiente des Unterhaltungswegs liegt im Buntsandsteinersatz. Analog zum vorhergehenden Abschnitt ist der für diesen Abschnitt relevante Grundwasserleiter ebenfalls der zersetzte Buntsandstein (Schicht 4a). Es ist hier von Wasseranschnitten in der Schicht 4a ab ca. 96,5 m NHN bei Stat. 2+650 und ab 95,5 m NHN bei Stat. 2+800 auszugehen. Bemessungswasserstände sind entsprechend flussabwärts stetig fallend von 97,0 m NHN auf 96,0 m NHN zu berücksichtigen.

Von Stat. 2+800 bis ca. Stat. 2+950

Die Gradiente der „Laucha“ liegt im Buntsandsteinersatz und die geplanten Böschungen schneiden weitgehend nur gewachsenen Baugrund an. Die Gradienten des Unterhaltungswegs liegen im Buntsandsteinersatz. Die erkundeten Wasserstände (Buntsandstein) liegen hier zwischen 95,0 m NHN und 93,5 m NHN. Es ist von Wasseranschnitten bereits ab ca. 95,5 m NHN bei ca. Stat. 2+800 und ca. 94,0 m NHN bei Stat. 2+950 ausgegangen werden. Sowohl die erkundeten, als auch die als möglich eingeschätzten Wasserstände liegen oberhalb der geplanten Gradienten des Unterhaltungswegs bzw. der Berme. Als Bemessungswasserstand sind 96 m NHN, flussabwärts stetig fallend auf 94,5 m NHN zu berücksichtigen.

Von Stat. 2+950 bis ca. Stat. 3+200

Die Gradienten der „Laucha“ liegen im Buntsandsteinersatz und die geplanten Böschungen schneiden flusslinks und ab ca. 2+990 auch flussrechts Haldenmaterial an. Zwischen Stat. 2+950 und ca. Stat. 2+990 liegt die flussrechts geplante Böschung im gewachsenen Baugrund. Die Gradienten des Unterhaltungswegs liegen im Haldenmaterial. Mit dem Buntsandstein als relevanten Grundwasserleiter sind in diesem Bereich ebenfalls Wasseranschnitte ab ca. 94,0 m NHN möglich. Diese können somit oberhalb der geplanten Berme bzw. des Unterhaltungswegs liegen. Die erkundeten Wasserstände liegen etwa auf dem Niveau der Gradienten des Unterhaltungswegs. Als Bemessungswasserstand sind 94,5 m NHN flussabwärts bis Stat. 3+150 stetig fallend auf 93,5 m NHN und bis Stat. 3+200 auf 90,5 m NHN zu berücksichtigen.

Von Stat. 3+200 Bis Stat. 3+450

Die Gradienten der „Laucha“ liegen in den Flusskiesen und Auesedimenten und die geplanten Böschungen des Flussbetts schneiden weitgehend nur gewachsenen Baugrund und im Bereich der Bauwerke EÜ und SÜ Auffüllungen an. Im Bereich der geplanten Bauwerke SÜ und EÜ liegen die Gradienten sowohl der „Laucha“ als auch des Unterhaltungsweges in den Auffüllungen. Es ist mit



Wasseranschnitten bereits bei Anschnitt der Flussskiese und Auesedimente ab ca. 87 m NHN zu rechnen. Den zweiten Grundwasserleiter bilden die durchlässigen Lockergesteine des zersetzten Buntsandsteins. Das Grundwasser in diesem Grundwasserleiter wird als subartesisch gespannt angenommen. Als Bemessungswasserstand ist hier 90,5 m NHN zu berücksichtigen.

Insbesondere im Bereich des tiefen Einschnitts wurde Schicht- / Grundwasser oberhalb der geplanten Bermen erkundet, welches bei der Herstellung des Einschnitts angeschnitten werden wird. Im weiteren Verlauf der Trasse wurde Wasser erst etwas tiefer erkundet, die höchsten während der Erkundung gemessenen Schicht- / Grundwasserstände liegen jedoch immer mindestens oberhalb der flussrechts geplanten Grünberme.

#### **4.2 Baugruben / Böschungen**

Baugruben sind, sofern es die Platzverhältnisse erlauben, standsicher abzuböschten. Andernfalls sind Baugruben durch einen Verbau zu sichern. Auf die Regelungen der DIN 4124 wird hingewiesen.

Beim Aushub ist zu beachten, dass anstehende leicht plastische bindige Böden bei Wasserzutritt und gleichzeitiger Lagerungsstörung von Bodenklasse 4 in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen können (kann Bereiche der Schichten 1b, 1d, 2a, 3 und 4a betreffen). Infolgedessen sind diese Böden nicht mehr einbaufähig.

Bei der Herstellung von Baugruben und Gründungen sind die Hinweise zur Verwertbarkeit des Aushubmaterials zu beachten (siehe Abschnitt 2.5).

Die angeschnittenen Haldenmaterialien sind als nicht verdichtbar eingestuft. Es ist davon auszugehen, dass diese Materialien bei entsprechend hohem Wassergehalt und / oder bei dynamischer Anregung zum Ausfließen neigen. Detaillierte Angaben zum Aufbau der Halde Altdeponie 2 sind nicht vorhanden. Die abgeteuften Aufschlüsse lassen lediglich Aussagen zu den Eigenschaften des verbrachten Materials zu. In welchem Raster oder welcher geometrischen Anordnung Erdbecken zur Deponierung des Haldenmaterials angeordnet sind ist nicht zweifelsfrei geklärt.

Aus Archivunterlagen der BuG Baugrunduntersuchung Naumburg zur Hochhalde im Bereich zwischen Knapendorf und Bündorf (Deponie 1) geht hervor, dass die gesamte Deponie durch einen Damm von ca. 23 m Höhe eingefasst ist und durch Zwischendämme von ca. 19 m Höhe unterteilt

wird. Die sich aus den seinerzeit angestellten Standsicherheitsuntersuchungen dieser Dämme ergebenden Ausnutzungsgrade lassen nur wenig Spielraum für Querschnittsreduzierungen am Damm.

Es ist davon auszugehen, dass die zwischen den Dämmen eingelagerten Materialien ohne Sicherungsmaßnahmen nicht oder nur sehr flach abgeböschert werden können. Dies geht auch aus den durchgeführten Laborversuchen hervor, in denen die Haldenmaterialien z. T. eine flüssige Konsistenz und extrem hohe Plastizitäten aufweisen. Teilweise sind die Materialien am ehesten als thixotrope Materialien zu beschreiben, die bei entsprechender Anregung verflüssigen und dann nicht standsicher und nicht mehr belastbar sind.

#### **4.3 Grundwasserhaltung**

Als Grundwasser leitende Schichten wurden die Schichten 2b (Flussskiese) und 4a (zersetzter Buntsandstein) erkundet. Das Grundwasser steht teilweise (BK 21/13) gespannt an (vgl. auch Gutachten [U 6]). Als Grundwasserstauer fungieren die bindigen (Tonstein-)Lagen des zersetzten Buntsandsteins (Schicht 4a).

Eine offene Wasserhaltung zur Fassung anfallender Niederschlags- und Sickerwässer ist in jedem Fall vorzusehen.

Im Bereich des tiefen Einschnitts kann aufgrund des anstehenden Grundwassers ein erhöhter Aufwand zur Wasserhaltung während der Erdbauarbeiten und auch zur dauerhaften Böschungssicherung erforderlich werden.

#### **4.4 Nachbarbebauung**

Bei der Ausführung von Bauarbeiten sind mögliche Auswirkungen von Erschütterungen auf die nahe gelegenen Industrieanlagen und Rohrleitungen zu berücksichtigen. Wird eine Grundwasserabsenkung in Betracht gezogen, sind deren Auswirkungen auf die Nachbarbebauung zu untersuchen. Zusätzlich wird eine Beweissicherung empfohlen um eventuelle durch die Absenkung entstehende Schäden zu dokumentieren.

Auch die Bauwerke, die Bestandteil der Planung sind (EÜ und SÜ) sind ggf. als Nachbarbebauung zu beachten. Insbesondere gilt dies, wenn diese zeitlich versetzt oder von anderen Auftragnehmern errichtet werden als die Flusstrasse.

#### 4.5 Zusammenfassende Bewertung

Das Vorhaben wird trotz der geringen Komplexität des Bauwerkes der geotechnischen Kategorie GK 3 nach DIN EN 1997-1 zugeordnet. Die Einstufung in GK 3 erfolgt aufgrund der verflüssigungsgefährdeten Haldenmaterialien, die mit den Böschungen angeschnitten werden.

Der Baugrund wird aufgrund seiner Eigenschaften für das Vorhaben wie folgt beurteilt:

Baugrundeigenschaften	günstig	mittel	ungünstig	Bemerkungen
Tragfähigkeit	(X)		X	schlecht tragfähige Haldenauffüllungen, (Verflüssigungsgefährdung), gut tragfähige Schichten, zersetzter Buntsandstein (Sand), mittel tragfähige zersetzte Tonsteine)
Frostempfindlichkeit	X		X	günstig: nichtbindige Auffüllungen und Buntsandsteinersatz ungünstig: Tonsteinersatz und bindige Auffüllungen / Haldenmaterial
Verdichtungsfähigkeit	X		X	günstig: zersetzter Buntsandstein (Sand, weitgestuft) ungünstig: Tonsteinersatz und bindige Auffüllungen
Wiedereinbaufähigkeit		(X)	X	z.T. >Z 2, teils schlecht verdichtbar (bindige Auesedimente Tonsteinersatz und Auffüllungen)
Lösbarkeit	(X)		X	bis zur geplanten Gradienten meist leicht lösbare Lockergesteine im tiefen Einschnitt Bereiche mit leicht und schwer lösbarerem Fels möglich, auch fließende Bodenarten möglich

Baugrundeigenschaften	günstig	mittel	ungünstig	Bemerkungen
Grundwasserstand			X	Grundwasser auf oder knapp über dem Niveau der geplanten Gradienten des Unterhaltungswegs, mäßig bis stark betonangreifend (XA2 – XA3), geringe bis mittlere Stahlaggressivität (Lochkorrosion an Wasser-Luft-Grenze)
Bodenbelastung			X	z.T. >Z2
Besonderheiten:		X		Hochhalde in unmittelbarer Nachbarschaft wird angeschnitten
Bergbau	X			kein Bergbau bekannt
Morphologie	X			
Nachbarbebauung		X		Industriestandort Schkopau

**Tabelle 4.5-1:** Klassifizierung der Baugrundverhältnisse.

## 5. EMPFEHLUNGEN

### 5.1 Gründung

Von Stat. 2+477 bis ca. Stat. 2+950 (Bereich Deponie)

Für den Unterhaltungsweg wird empfohlen, im zersetzten Bundsandstein das abgezogene Planum hinsichtlich seiner Tragfähigkeit zu prüfen und wenn erforderlich nachzuverdichten. Auf dem Planum ist gemäß [U 2]  $E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Diese Forderung deckt sich mit den Vorgaben der RLW (Richtlinien für den ländlichen Wegebau, DVWK) und ist aus gutachterlicher Sicht erforderlich. Über dem Planum ist eine Tragschicht aus Mineralstoffgemisch 0/45 von 35 cm Dicke vorgesehen. Auf der Tragschicht wird  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  gefordert (vgl. auch RLW). Bei ggf. höheren Tragfähigkeiten des Untergrundes kann auch eine abschnittsweise Reduzierung der Dicke der Tragschicht in Betracht gezogen werden (vgl. RLW).

Insbesondere zwischen Stat. 2+477 und ca. Stat. 2+800 ist davon auszugehen, dass in weiten Teilen in diesem Zersatz keine ausreichende Tragfähigkeit nachgewiesen werden kann. Wird die geforderte Tragfähigkeit nicht erreicht, ist für diese Bereiche eine Verbesserung des anstehenden

Bodens durch Zugabe von Bindemittel (Zement und/oder Kalk) oder ein Bodenaustausch von mindestens 20 cm vorzusehen. Die Tragschicht ist filterfest und trennstabil auszubilden oder durch ein Geotextil vom anstehenden Baugrund zu trennen.

Von Stat. 2+950 bis Stat 3+200 (Bereich Deponie)

Für den Unterhaltungsweg im Haldenmaterial wird empfohlen, zusätzlich mind. 50 cm Mineralstoffgemisch 0/45 unter der Tragschicht (35 cm) lagenweise (in Lagen  $\leq 30$  cm) verdichtet einzubauen. Auf dieser zusätzlichen Schicht ist  $E_{v2} \geq 30$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen. Auf der darüber einzubauenden Tragschicht wird  $E_{v2} \geq 80$  MN/m<sup>2</sup> gefordert.

Von Stat. 3+200 Bis Stat. 3+450 (ca. Bereich Altlauf der „Laucha“)

Hier liegt das Planum des Unterhaltungswegs in den Auffüllungen. Es bleiben die Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit des Planums erhalten ( $E_{v2} \geq 30$  MN/m<sup>2</sup>). Es wird daher empfohlen, nach Abtrag bis auf das Planum, den Baugrund statisch nachzuverdichten. Kann auf dem Planum die geforderte Tragfähigkeit nicht nachgewiesen werden, sind mind. 20 cm der anstehenden Auffüllungen durch lagenweise (in Lagen  $\leq 15$  cm) verdichtet einzubauendes Mineralstoffgemisch 0/45 zu ersetzen. Bei nicht gegebener Filterstabilität des Materials gegen die anstehenden Auffüllungen (z. B. bindige Auffüllungen) ist auch hier ein trennendes Geotextil mit einer Schutzschicht (Sand) einzuplanen.

Bei anstehenden bindigen Böden darf die unterste Lage jeweils nur statisch verdichtet werden, um ein Aufweichen des gewachsenen Baugrunds zu vermeiden.

Das Planum ist in jedem Fall vor Durchfeuchtung zu schützen.

Bei der Planung zu berücksichtigen ist der im Bereich der geplanten Gradienten erkundete Grundwasserstand und die eingeschränkte bzw. nicht gegebene Eignung anfallender Aushubmassen zum Wiedereinbau (Zuordnungswerte  $> Z 2$ ).

Es wird an dieser Stelle auf die Stahl- und Betonaggressivität des Wassers und des Baugrundes (siehe Abschnitte 2.2 und 2.3) hingewiesen, die in der Planung zu berücksichtigen sind.

## 5.2 Baugruben / Böschungen

Wird ein Verbau erforderlich, ist dessen Tragfähigkeit unter Verwendung der in Tab. 3.2-1 angegebenen charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte und unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ( $E_e = 0,5 \cdot (E_a + E_0)$ ) nachzuweisen. Zusätzliche Lasten, z. B. aus Verkehr, sind zu beachten. Der Wandreibungswinkel darf bei rauer Wandbeschaffenheit (z. B. Beton, Stahl) maximal mit  $\delta_{a/p} = 2/3 \cdot \varphi'_k$  angesetzt werden.

Die Standsicherheit der geplanten Böschungen, insbesondere im Bereich der Altdeponie 2 ist nachzuweisen. Die Standsicherheitsberechnungen sind Bestandteil eines gesonderten Berichts. Für die Böschungen im Bereich der Deponie ist zu beachten, dass das dort verbrachte Material (Schicht 1d, Auffüllung, Haldenmaterial) nicht verdichtbar ist und zur Verflüssigung neigt. Die Herstellung einer Böschung in diesem Material wird daher als weitgehend nicht möglich eingeschätzt bzw. es ergeben sich sehr flache einzuhaltende Böschungswinkel.

Für Bereiche, in denen Haldenmaterial angeschnitten wird, wird empfohlen, das Haldenmaterial beim Auffahren des Einschnitts im gesamten angeschnittenen Becken auszusetzen. Anschließend ist mit geeignetem verdichtbarem Material auf der Halde eine standsichere neue Beckenumrandung zur Verbringung der Materialien einzubauen, bzw. die derzeit vorhandene Umrandung der Halde hinter die Böschung zurück zu versetzen. Die sich aus der aktuellen Erkundung ergebenden Empfehlungen führen in der Bauphase zu zusätzlichen zu bewegendenden Massen, da am Einschnitt ein neuer Randdamm zur Stabilisierung der eingebauten Materialien empfohlen wird. Eine Quantifizierung der Massen ist nicht zweifelsfrei möglich, da unterschiedliche ungesicherte Angaben zur Ausdehnung der Becken existieren (vgl. Anlage 8).

Die Standsicherheit des Randdammes ist nachzuweisen und wird in einem eigenen Bericht zur Standsicherheit dargestellt.

Die Alternative zu diesem Vorgehen ist ein Verbau. Auf Grund der geringen Scherfestigkeit des Haldenmaterials und der Verflüssigungsgefahr ist im Haldenmaterial nicht von einem sicheren Widerlager für einen Verbau auszugehen. Es ergeben sich also große Verbauwandlängen / Einbindetiefen um die Verbauwände sicher im Untergrund abzusetzen. Ankerverpressstrecken sind im Haldenmaterial ebenfalls nicht möglich. Dementsprechend werden für evtl. erforderliche Anker sehr lange freie Ankerlängen und/oder große Ankerneigungen nötig. Ein Verbau stellt mit diesen Randbedingungen wahrscheinlich keine wirtschaftliche Lösung dar.

### 5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Für die Herstellung des Einschnitts und die Erdbauarbeiten zur Neutrassierung der „Laucha“ oberhalb des Grundwasserspiegels bzw. des Wasserstandes der „Laucha“ ist eine offene Wasserhaltung ausreichend. Anfallende Oberflächen- und Niederschlags- oder Schichtwasser sind zu fassen und in Richtung der Vorflut abzuleiten.

Es wird empfohlen den Einschnitt entgegen der späteren Fließrichtung der neu trassierten „Laucha“ auszuheben. Damit können anfallende Schicht- und Grundwässer direkt in das vorhandene und das darin einbindende neue Bett der „Laucha“ abfließen.

In Bereichen, in denen der Zustrom von Schichtwasser nicht unmittelbar nach dem Einschnitt signifikant nachlässt oder mit wiederholtem Schichtwasserzufluss in den Einschnitt zu rechnen ist, wird empfohlen, die Böschung durch Aufbringen von Grobschlag gegen Erosion durch das Schichtwasser zu schützen. Dies betrifft insbesondere die Bereiche bis ca. 2 m über der geplanten Gradienten des Unterhaltungswegs im Trassenabschnitt vom Beginn des Einschnitts bis ca. km 3+000 und im weiteren Verlauf des Einschnitts die Böschungen unterhalb der Gradienten des Unterhaltungswegs.

Entgegen der Planung [U 2] wird aus geotechnischen Erwägungen empfohlen, entlang des Unterhaltungswegs einen Graben anzuordnen um von oberhalb des Weges zuströmendes Schicht- und Oberflächenwasser zu fassen und abzuleiten. Eine Rigole wird als weniger günstig angesehen, da ihre Funktion durch Feinkornaustrag aus den anstehenden Erdstoffen eingeschränkt werden kann. Der Unterhaltungsaufwand für einen Graben wird an dieser Stelle als geringer gegenüber einer Rigole eingeschätzt. Der Graben ist auch hydraulisch an den geplanten Längssickerstrang anzuschließen.

Die Berme mit dem Wirtschaftsweg erfüllt die Funktion der Wasserrückhaltung auf der oberen Böschung anfallenden Niederschlagswassers und damit der Erosionsminderung auf der talseitig anschließenden Böschung. Bei der Einleitung des entlang des Unterhaltungswegs gefassten Wassers ist freies Abfließen dieses Wassers über die ungesicherte talseitige Böschung zu vermeiden. Empfohlen wird, die Böschung im Bereich der Ausläufe der Abschlüge vom Längssickerstrang möglichst bis zum Böschungsfuß so zu befestigen, dass es durch die Ableitung des gefassten Wassers nicht zu Ausspülungen kommt. Möglich ist dies z. B. durch die Verlegung von in Kiessand gebetteten Steinen um und insbesondere als Rinne unterhalb der Rohrmündungen bzw. der Ausläufe der Abschlüge vom Längssickerstrang. Die Rinnen ermöglichen eine geordnete Fassung und Ableitung von Wasser in die „Laucha“.

Ggf. nötige Mehraufwendungen bei den Wasserhaltungsmaßnahmen während der Erdbauarbeiten sind in Abhängigkeit vom tatsächlichen Wasserandrang (saisonale Schwankungen und Witterungsabhängigkeit) in der Planung zu beachten.

#### **5.4 Umwelttechnik**

Die Entsorgung ggf. anfallender Aushubmassen, die nach den Ergebnissen der Deklarationsuntersuchungen aus Abschnitt 2.5 überwiegend nicht zum Wiedereinbau geeignet sind, sollte in Abstimmung mit den zuständigen Behörden auf einer Deponie erfolgen.

#### **5.5 Sonstige Empfehlungen**


Während der Bauausführung ist gemäß Normenhandbuch EC 7-1, Abs.4.3.1 (1)P durch den Baugrundgutachter zu prüfen, ob die vorgefundene geotechnische Situation den der Bemessung zu Grunde gelegten Verhältnissen entspricht.

Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen sind die Maßnahmen zur Bauwerksgründung und Wasserhaltung neu zu bewerten.

Für die angrenzende, bestehende Bebauung und für evtl. im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandene Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen ist eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme zu empfehlen.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

(gezeichnet)

i. V. 

Dr.-Ing. Gerd Festag  
(Geschäftsführer)

Dipl.-Ing. Steven Georgi  
(Projektleiter)

**Verteiler:** Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Bitterfeld-Wolfen,  
3 x gedruckt, und 6 x digital  
BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH, 1 x