

Wasserrechtliches Planfeststellungsverfahren „Umverlegung des Fließgewässers Laucha“

Band B8 der Antragsunterlage

Zusammenfassung der Baugrunduntersuchungen für den Trassenverlauf der Planungsvariante

Vorhabenträger/ Antragsteller:

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft
Sachsen-Anhalt (LHW)
Otto-von-Guericke-Straße 5
39104 Magdeburg



Auftraggeber/ Projektträger:

MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH
Ortsteil Wolfen
Greppiner Straße 25
06766 Bitterfeld-Wolfen



Auftragnehmer/ Verfasser:

upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH
Breite Straße 30
39576 Stendal



Das vorliegende zusammenfassende Gutachten besteht aus einem Textteil mit 43 Seiten, aus einem Anhang und 12 Anlagen.

.....
PD Dr.-Ing. habil. Albrecht Palm
Geschäftsführer
upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH

.....
M.Sc. Arne Siebert
Projektingenieur
upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH

Impressum

Stand: 31.08.2020
Ansprechpartner: PD Dr.-Ing. habil. A. Palm und Herr M.Sc. A. Siebert
Telefon: 03931/6892 0
Fax: 03931/6892 99
E-Mail: info@upi-umweltprojekt.de
Web: <https://www.upi-umweltprojekt.de/>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	5
Anhangverzeichnis	6
Anlagenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Vorbemerkung	10
2 Geotechnische Gutachten für den Trassenverlauf	11
2.1 Kurzerläuterung der Trassenvarianten.....	11
2.2 Geotechnische Zusammenfassung der Baugrund- und Sedimentuntersuchungen	12
2.2.1 Baugrunduntersuchungen Flusstrasse.....	12
2.2.1.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs.....	13
2.2.1.2 Geologie	14
2.2.1.3 Hydrogeologie, Hydrologie, Beton- und Stahlaggressivität.....	17
2.2.1.4 Vorhandene Produkt- und Versorgungsleitungen	20
2.2.1.5 Umwelttechnische Untersuchungen.....	21
2.2.1.6 Geotechnische Besonderheiten	22
2.2.2 Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke bei Knapendorf.....	25
2.2.2.1 Überblick	25
2.2.2.2 Morphologie, Vegetation und Bebauung	26
2.2.2.3 Geologie - Schichtenverlauf und -verbreitung	27
2.2.2.4 Hydrogeologie und Grundwasserverhältnisse.....	28
2.2.2.5 Klassifizierung und Eigenschaften der Bodenschichten und anstehenden Felsarten	29
2.2.2.6 Gründungsempfehlungen	29
2.2.2.7 Wasserhaltung.....	29
2.2.3 Baugrunduntersuchungen Eisenbahnüberführung und Wegebrücke oberstromig Eisenbahnüberführung	30

2.2.3.1	Überblick	30
2.2.3.2	Morphologie, Vegetation und Bebauung	31
2.2.3.3	Geologie und Baugrundverhältnisse	31
2.2.3.4	Klassifizierung der Bodenkennwerte	33
2.2.3.5	Hydrogeologie/Grundwasser	33
2.2.3.6	Umwelttechnische Untersuchungen.....	34
2.2.3.7	Geotechnische Besonderheiten	35
2.2.3.8	Gründung	35
2.2.4	Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ)	36
2.2.4.1	Überblick	36
2.2.4.2	Morphologie, Vegetation und Bebauung	37
2.2.4.3	Geologie und Baugrundverhältnisse	37
2.2.4.4	Klassifizierung der Bodenkennwerte	37
2.2.4.5	Hydrogeologie/Grundwasser	38
2.2.4.6	Umwelttechnische Untersuchungen.....	39
2.2.4.7	Geotechnische Besonderheiten	39
2.2.4.8	Gründung	40
2.2.5	Sedimentuntersuchungen	40
3	Zusammenfassung	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Straßenbrücke bei Knapendorf (siehe B8 Anl2.2; Anlage 2).....	27
Abbildung 2.2:	Eisenbahnüberführung mit Wegebrücke; schematisch (B8 Anl3.1).....	31
Abbildung 2.3:	Straßenbrücke Elisabethhöhe; schematisch (B8 Anl4.1).....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Baugrundaufbau nach IB Klein und GGU.....	14
Tabelle 2.2	Baugrundaufbau nach BuG (B8 Anl1.3)	16
Tabelle 2.3	Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach BuG (B8 Anl1.3; Tabelle 2.3-4 (veränderte Darstellung))	19
Tabelle 2.4	Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach IB Klein (B8 Anl1.1; Tabelle 7).....	19
Tabelle 2.5	Übersicht Fernleitungen (vgl. auch Bände B1 und B2)	20
Tabelle 2.6	Bodenkennwerte nach IB Klein, GGU und BuG	23
Tabelle 2.7	Baugrund – Homogenbereiche	25
Tabelle 2.8:	Schichtaufbau im Bereich der Straßenbrücke bei Knapendorf (B8 Anl2.1 und B8 Anl2.2).....	28
Tabelle 2.9:	Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach IB Klein (GWL 1; B8 Anl2.1 (veränderte Darstellung))	29
Tabelle 2.10:	Baugrundaufbau im Bereich der Eisenbahnüberführung (B8 Anl3.1).....	32
Tabelle 2.11:	Bodenklassifizierung (B8 Anl3.1)	33
Tabelle 2.12:	Wasserdurchlässigkeiten und Aggressivität (B8 Anl3.1).....	34
Tabelle 2.13:	Bodenklassifizierung (B8 Anl4.1)	37
Tabelle 2.14:	Wasserdurchlässigkeiten und Aggressivität (B8 Anl4.1).....	39
Tabelle 2.15:	Schlammmächtigkeiten am Probenahmepunkt (B8 Anl5.4).....	40
Tabelle 2.16:	Zuordnungswerte nach LAGA M 20 Boden (B8 Anl5.4)	41
Tabelle 2.17:	Auswertung der AUD-Untersuchung hinsichtlich Einordnung DepV (B8 Anl5.4)	41
Tabelle 3.1	Bevorzugte Gründungsempfehlungen.....	43

Anhangverzeichnis

B8 Anh1: Übersichtskarte Baugrunduntersuchungen

Anlagenverzeichnis

B8 Anl1 Baugrunduntersuchungen Flusstrasse

B8 Anl1.1 Baugrundbüro Klein, „Geotechnischer Bericht Flusstrasse (1. Revision), Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Auftragsnr. kl-042/02/09-1“, Halle/S., 22.06.2010.

B8 Anl1.2 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Magdeburg, „Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Flusstrasse“

B8 Anl1.2.1 „Ergänzende Baugrundberatung und Gründungsberatung“, Osterweddingen, 22.11.2010.

B8 Anl1.2.2 „Geotechnisches Bewertungsband“, Osterweddingen, 25.01.2011.

B8 Anl1.3 BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH, „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“, Naumburg, 16.12.2014.

B8 Anl2 Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke bei Knapendorf

B8 Anl2.1 Baugrundbüro Klein, „Geotechnischer Bericht Brücke Knapendorf: Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gem. § 36 KrW-/AbfG, Auftragsnr. kl-042/02/09-1 - Brücke bei Knapendorf (1. Revision)“, Halle/S., 21.06.2010.

B8 Anl2.2 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, „Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Brücke Knapendorf, Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Bericht: 2961.1/2010“, Osterweddingen, 28.10.2010.

B8 Anl3 Baugrunduntersuchungen Eisenbahnüberführung

B8 Anl3.1 BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH, „Umplanung Verlegung „Laucha“ i. Z. der Stilllegung Hochhalde Schkopau, Altdeponie 2 von Stat.

2+477 bis Stat. 3+450: EÜ Strecke 6356 (ca. km 4,700) über „Laucha“ - Baugrundgutachten mit Umwelttechnischen Untersuchungen“, Naumburg, 16.12.2014.

B8 Anl4 Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke Elisabethhöhe

B8 Anl4.1 BuG Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH, „Umplanung Verlegung „Laucha“ i. Z. der Stilllegung Hochhalde Schkopau, Altdeponie 2 von Stat. 2+477 bis Stat. 3+450: - SÜ DOW-Werkzufahrt über „Laucha“; „Brücke Elisabethhöhe“ - Baugrundgutachten mit Umwelttechnischen Untersuchungen“, Naumburg, 16.12.2014.

B8 Anl5 Ergänzende Baugrunduntersuchungen

B8 Anl5.1 Baugrundbüro Klein, „Geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse für das Bauvorhaben Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gem. § 36 KrW-/AbfG - Aufschlüsse am Deponiefuß“, Halle/S., 21.10.2009.

B8 Anl5.2 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Magdeburg, „GGU (2010): Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau, Ergänzende Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung, Teilobjekt Absperrbauwerk – Ergänzende Baugrundberatung und Gründungsberatung“, Osterweddingen, 30.10.2010.

B8 Anl5.3 Baugrundbüro Klein, „Geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse für das Bauvorhaben Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gem. § 36 KrW-/AbfG - Absperrbauwerk“, Halle/S., 21.10.2009.

B8 Anl5.4 C&E Consulting und Engineering GmbH, „Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau gemäß § 40 KrWG - Bericht: Auswertung Sedimentuntersuchungen“, Chemnitz, 17.02.2017.

Abkürzungsverzeichnis

AUD	Analytik- und Umweltdienstleistung GmbH bzw. Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH
BK	Bohrung
BTEX	aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole
BuG	Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH
C&E	Consulting und Engineering GmbH
DepV	Deponieverordnung
DHS	Hochhalde Schkopau
DK	Deponieklasse
DPH	Schwere Rammsondierungen
DPL	Leichte Rammsondierungen
DPM	Mittlere Rammsondierung
EBT	Ethylenpipeline Böhlen – Teutschenthal
Elt.-Kabel	Elektrokabel
EPA	Environmental Protection Agency
EÜ	Eisenbahnüberführung
FGL	Ferngasleitung
GGU	Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
GK	geotechnische Kategorie
GOK	Geländeoberkante
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermesstelle
HB	Homogenbereich
IB Klein	Ingenieurbüro „Baugrundbüro Klein“
i. W.	im Wesentlichen
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz (alt: KrW/AbfG – Kreilaufwirtschafts- und Abfallgesetz)
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
MDSE	MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH

MP	Mischprobe
NHN	Normalhöhennull, Normalhöhennull
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBB	Produktenpipeline (Styrolpipeline Böhlen – Buna)
PBT	Produktenpipeline (Propylenpipeline Böhlen – Teutschenthal)
PK	Preisklassen
PTB	Produktenpipeline (Butadienpipeline Teutschenthal – Böhlen)
RRB	Rohstoffpipeline Rostock – Böhlen (Naphtha)
Ril836.4101	Richtlinie der Deutschen Bahn
RKS	Rammkernsondierung
RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
RuVA-StB 01	Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau
Sch	Aufgrabung
smDS	Detfurth-Sandstein
smDW	Detfurth-Wechselfolge
smH	Hardeggen-Folge
smVA	Avicula-Schicht
SÜ	Straßenüberführung
TR	Technische Regel
TSRK	Teilsanierungsrahmenkonzept
WBB	Wasserstoffpipeline Buna – Böhlen
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
zers.	zersetzt
ZTVE-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbindungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

1 Vorbemerkung

Die MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH plant im Rahmen der Sanierung der Hochhalde Schkopau die Umverlegung eines Teilabschnittes der Laucha aus dem Einflussbereich der Hochhalde heraus. Darüber hinaus ist der Sediment austausch für einen Abschnitt im angrenzenden Oberlauf der Umverlegung vorgesehen.

Ziel der Gewässerumverlegung einschließlich des Sediment austausches ist es, zur Erreichung der Umweltziele gemäß WRRL für das Fließgewässer Laucha, durch Minimierung des Eintrages kontaminierter/ belasteter Sickerwässer aus der Hochhalde Schkopau in das Gewässer, beizutragen.

In Vorbereitung der dafür notwendigen gewässerbaulichen Maßnahmen, wie der Errichtung eines neuen Gewässerbettes/ -verlaufes einschließlich der Errichtung trassenbegleitender Bauwerke wurden Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Hierzu liegen Baugrund- und Sedimentuntersuchungen für den Trassenverlauf selbst sowie für verschiedene Bauwerke im Trassenverlauf einschließlich für den Bereich des geplanten Sediment austausches vor. Die Untersuchungen (Aufschlüsse; vgl. B8 Anh1) wurden durch die folgenden Firmen durchgeführt:

- Baugrundbüro Klein, Halle (IB Klein; 2009)
- Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Magdeburg (GGU; 2010)
- Baugrunduntersuchung Naumburg GmbH (BuG; 2014)
- C&E Consulting und Engineering GmbH (C&E; 2016)

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der o.g. Baugrunduntersuchungen für den Trassenverlauf der deponienahen Planungsvariante (Vorzugsvariante; vgl. Band B1 und B2) einschließlich für den Bereich der neu zu errichtenden Querbauwerke und des Abschnittes für den Sediment austausch zusammenfassend dargestellt.

Die Ergebnisse dieser zusammenfassenden Unterlage einschließlich deren Anlagen werden in den Fachplanungen (Technische Planungen; Bände B2 bis B5 und Band B7) entsprechend berücksichtigt.

2 Geotechnische Gutachten für den Trassenverlauf

2.1 Kurzerläuterung der Trassenvarianten

Die Laucha soll südlich der Hochhalde Schkopau umverlegt werden. Derzeit verläuft sie zwischen den Ortslagen Bündorf und Knapendorf südlich der Hochhalde Schkopau und biegt in Höhe der Ortslage Knapendorf nach Norden auf das Gelände der Hochhalde Schkopau ab. Dort verläuft die Laucha zunächst in nördliche Richtung im Vorfeld der Altdeponien 4, 5 und 6 bevor sie nach Ost schwenkt und zwischen den Altdeponien 2 und 3 einem einschnittartigen Tal (dem sogenannten „Laucha-Canyon“) folgt und das Haldengelände nach ca. 1,3 km wieder verlässt.

Besonders problematisch ist der Bereich des Lauchaeinschnittes dahingehend, dass die Böschungen der angrenzenden Altdeponien bis unmittelbar an die Ufer der Laucha reichen. Hier gelangt oberflächennah austretendes Sickerwasser direkt in die Laucha, da der Haldenrandgraben in diesem Bereich nur noch unvollkommen ausgebildet ist. Außerdem entlastet in diesem Bereich kontaminiertes Grund- bzw. Sickerwasser in die Laucha, da das Gewässer wegen der hydraulischen Gegebenheiten im Bereich des Lauchaeinschnittes als Sickerwasserefassung wirkt.

Ziel ist, durch die Umverlegung der Laucha die Anforderungen der WRRL zu erfüllen und die ökologischen Zielvorgaben für Oberflächengewässer zu erreichen.

In der Vorplanung wurden eine deponienahe und eine deponieferne Trassenvariante untersucht.

Für die deponieferne Variante begann die geplante Umverlegung der Laucha nordöstlich von Bündorf und führte über Knapendorf und Annemariental sowie den Wertsgraben wieder zur Laucha. Insgesamt waren ca. 4.041 m umzuverlegen und ca. 100 m im Altlauf der Laucha auszubauen.

Für die deponienahe Variante beginnt die geplante Umverlegung der Laucha nördlich von Knapendorf, führt am Südrand der Hochhalde Schkopau und nördlich von Annemariental entlang und mündet dann über den Wertsgraben wieder in das Altgewässer ein. Bei dieser Variante waren ca. 2.437 m umzuverlegen und rund 1.300 m im Altlauf der Laucha auszubauen.

Im Ergebnis der Vorplanung wurde die deponienahe Variante als Vorzugsvariante bestätigt (vgl. Band B1 und Band B9). Im Zuge der weiteren Planung (Entwurfsplanung) wurden weitere Abstimmungen mit dem betroffenen Medienträger Dow geführt. Diese schätzte dabei die Kosten für die Umverlegung ihrer Leitungen mit etwa 10 bis 15 Mio. € ein. Die Kostensteigerung gegenüber früheren Angaben wurde mit einer zeitlichen Staffelung der Baudurchführung für die einzelnen Versorgungsleitungen und dem erheblichen Planungs- und Organisationsaufwand im Zusammenhang mit der Sicherstellung der Versorgung der über die Medienleitungen angeschlossenen Drittfirmen

im Bereich des mitteldeutschen Chemiedreiecks begründet. In diesem Zusammenhang wurden seitens Dow auch neue Vorgaben zum zeitlichen Ablauf der Realisierung gemacht. Daraus resultieren für Projekt- und Vorhabenträger der Lauchaverlegung erhebliche zeitliche und finanzielle Risiken. Zudem wurden die Einflussnahmemöglichkeiten auf die Steuerung der Prozesse der Leitungsverlegungen im Rahmen des Projektes Lauchaverlegung als nur unzureichend eingeschätzt. Auf Grund der erwarteten Risiken für Planung, Genehmigung und bauliche Umsetzung haben sich die Beteiligten der Lauchaumverlegung (LAF, MDSE, LHW) entschieden, im Rahmen der deponienahen Variante eine Alternativtrasse für den betroffenen Gewässerteilabschnitt der Laucha zu finden. Als endgültige Vorzugslösung wurde eine Variante herausgearbeitet (Band B1 und B2), die südlich der Altdeponie 2 verläuft. Hier sind großräumig keine Leitungen zu verlegen, der Bahndamm wird nur einmal gequert und die hydraulischen Verhältnisse sind günstiger als bei den weiteren betrachteten Untervarianten (siehe Kapitel 2.2.1.3). Allerdings bedingt die Vorzugsvariante einen Teilrückbau der Altdeponie 2.

Daraus ergibt sich, dass der östliche Teilabschnitt der Baugrunduntersuchungen von IB Klein und GGU nicht mehr der endgültigen Vorzugslösung der Trasse entspricht. Für diesen Teilabschnitt des Umverlegungsbereiches wurden zusätzlich Baugrunduntersuchungen von BuG ausgeführt.

In Kombination mit dem Sediment austausch für einen oberstromigen Teilabschnitt der Laucha werden durch die Entfernung kontaminierter (Quecksilber und CKW-enthaltenen) Schlammablagerungen der chemische Zustand der Laucha verbessert und durch das neue Sohls substrat die ökologische Durchgängigkeit des Gewässers wiederhergestellt.

Dieser Trassenverlauf einschließlich Sediment austausch im Oberlauf (Abschnitt oberhalb der Umverlegung) ist im Anhang B8 Anh1 dargestellt. Weitere Ausführungen sind dem Band B1 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Baugrunduntersuchungen werden nur für den Trassenverlauf der Vorzugs-/Planungsvariante (Kapitel 2.2.1) einschließlich für den Bereich der neu zu errichtenden Querbauwerke (Kapitel 2.2.2 - 2.2.4) und des Abschnittes für den geplanten Sediment austausch (Kapitel 2.2.5) dargestellt.

2.2 Geotechnische Zusammenfassung der Baugrund- und Sedimentuntersuchungen

2.2.1 Baugrunduntersuchungen Flusstrasse

Vom IB Klein wurden im Verlauf der ursprünglich geplanten deponienahen Flusstrasse zur Erkundung der Untergrundverhältnisse insgesamt 45 Rammkernbohrungen, 37 Kleinrammbohrungen, drei Aufgrabungen und elf Rammsondierungen ausgeführt. Drei der

Rammkernbohrungen wurden zu Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut (siehe Übersichtskarte B8 Anh1 und B8 Anl1.1).

Im Rahmen einer ergänzenden Erkundung der Flusstrasse wurden durch GGU weitere 12 Rammkernbohrungen und vier Aufgrabungen ausgeführt (B8 Anl1.2.1). Zudem wurde ein geotechnisches Bewertungsband für die erkundeten Materialien/Böden erstellt (B8 Anl1.2.2).

Nach Festlegung der Trassenvorzugsvariante erfolgte durch BuG eine abschließende Baugrundbeurteilung für den angepassten Trassenabschnitt (B8 Anl1.3), wozu weitere 20 Bohrungen (BK), 6 Rammkernsondierungen (RKS) und 9 Schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt wurden. Drei Bohrungen wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

In Koordination von C&E wurden Sedimentproben aus der Laucha entnommen und durch AUD Analytik- und Umweltdienstleistung GmbH bzw. Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH analysiert (B8 Anl5.4).

2.2.1.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs

Die nachfolgende Beschreibung der Standortsituation (Morphologie, Bebauung und Bewuchs) basiert auf den Baugrundgutachten des IB Klein (B8 Anl1.1) und BuG (B8 Anl1.3) sowie der zur Ausführung kommenden Trassenvorzugsvariante

Neben dem Bereich der ehemaligen Altdeponie 1 schneidet der neue Einschnitt befestigte Wege und Straßen, sowie diverse, unterirdisch verlegte Medientrassen (siehe Kapitel 2.2.1.4 - Tabelle 2.5). Des Weiteren sind bestehende Überführungsbauwerke für die Bahn (EÜ; Bahnstrecke Merseburg - Halle-Nietleben) und die Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ) zu erwähnen. Im weiteren Verlauf führt die Trasse zurück in das derzeitige Flussbett.

Bei den umliegenden Flächen handelt es sich überwiegend um brachliegende Areale/Grünflächen mit lokalem Baum-/ Strauchbewuchs und landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Die Geländehöhen im Trassenabschnitt und im angrenzenden Gelände liegen zwischen 85 m und 100 m NHN. Die Höhenlage der Laucha befindet sich derzeit bei ca. 90,5 m NHN (westlicher Deponierand) bis 87,80 m NHN (unterhalb Bahndurchlass).

Im Verlauf der geplanten Flusstrasse ist ein massives, gegründetes Bauwerk, wie die Eisenbahnüberführung (siehe Kapitel 2.2.3) vorhanden. Als Erdbauwerke sind die in Benutzung befindlichen Straßen und Wege nördlich Knapendorf (Lindenstraße), an der ehemaligen Altdeponie der Hochhalde Schkopau und zwei Feldwege westlich der Hochhalde sowie nördlich von Annemariental zu nennen.

2.2.1.2 Geologie

Der Standort liegt innerhalb der Merseburger Buntsandsteinplatte. Durch die prätertiäre Verebnung wurden entsprechend der Plattenneigung im Osten ältere Sedimente (Avicula-Schichten *smVA* der Volpriehausen-Folge) des mittleren Buntsandsteins freigelegt als im Westen, wo die Hardeggen-Folge (*smH*) den stratigrafisch jüngsten Abschnitt des Buntsandsteins am Standort bildet. Die kaolinitische Verwitterungszone des mittleren Buntsandsteins unterhalb tertiärer und/oder quartärer Schichten ist 10 - 20 m mächtig. Über dem Buntsandstein lagern in tektonischen Senkungsbereichen tertiäre Schichten mit Braunkohlen, die im Untersuchungsgebiet nordwestlich einsetzen und nach Nordwesten schnell an Mächtigkeit zunehmen. Die Braunkohle war Gegenstand bergbaulicher Aktivität, die jedoch auf das Gelände links der Laucha (Bereich der Altdeponie 5) beschränkt blieb. Pleistozäne Schichten sind südlich der Laucha nur in geringmächtigen Resten (Kiessande, Geschiebelehm/-mergel oder Löß) erhalten geblieben - im Übrigen wird das Quartär durch die verbreiteten, holozänen Abschwemmmassen und Auensedimente (Auelehm/-mergel/-ton und Talsand sowie lokal Torf) in den Niederungen der Laucha dominiert.

Am Standort wurde durch das IB Klein ein allgemeines Schichtmodell erkundet (B8 Anl1.1). Das Schichtmodell (Tabelle 2.1) wurde neben stratigrafischen Kriterien überwiegend nach geotechnischen Eigenschaften der erkundeten Schichten erarbeitet und bei der Nacherkundung durch GGU (B8 Anl1.2.1) bestätigt.

Tabelle 2.1 Baugrundaufbau nach IB Klein und GGU

Schicht 1	Auffüllungen
1a / 1b	Oberbau/Unterbau – entfallen
1c	Auffüllungen allgemein – (Fein-/Mittel-)Sand, schluffig, schwach kiesig, mit Oberboden-, Holz- und anthropogenen Resten (Ziegelbruch), inhomogen mit wechselnden Mächtigkeiten bis 3,2 m unter GOK, an der Basis z. T. vernässt
1d	Altdeponie 1 – tonig/schluffig/feinsandige Schlämme (Kalkhydrat), breiig - weich, thixotrop, trocken bis vernässt, graublau, zwischen 1,0 und 4,0 m mächtig, lokal (BK 12 – BK 15) mit oberbodenartigen Erdstoffen abgedeckt, an der Basis ab ca. 96,5 m ü. NHN wasserführend, untergeordnet auch gemischtkörnige Erdstoffe als Teile der Dämme
Schicht 2	holozäne Schichten
2a	Oberboden – sandiger/humoser Schluff, steif - halbfest, nur an RKS 31 bis 45 cm unter GOK und als ~15 cm mächtiger Rest unter dem Oberbau des Wirtschaftsweges
2b	Laucha-Sediment (-Schlamm) – flüssiger - breiiger Ton, schluffig, schwach sandig, organisch, nass, an Sch 2 und Sch 3 zw. 60 cm bzw. 90 cm mächtig
2c	Auelehm/-mergel – schwach sandiger - sehr stark sandiger Schluff, schwach tonig - tonig, schwach organisch-organisch, häufig Holz-/Muschelreste, feucht - nass, kalkhaltig (Mergel) - kalkfrei (Lehm), weich - steif, in der Talauen nahezu lückenlos mit Mächtigkeiten von ~0,6 – >5,0 m vorhanden, mittlere Mächtigkeit 1 – 2 m, stark sandige oder rein sandige Einlagerungen sind wasserführend
2d	Talsand – Fein(Mittel-)sand, schwach schluffig - stark schluffig, selten tonig und kiesig (BK 2), mit lokalen Schluff-Einlagerungen, locker bis mitteldicht (schluffig - stark schluffig:

	weich - steif), ab 2,0 – 2,7 m unter GOK wasserführend, ca. 2,5 – 4,5 m mächtig, als kohlige Abschwemmmassen nicht immer zuverlässig vom Schicht 4b zu trennen
2e	Ton – schluffiger Ton, sandig, weich, lokal schwach organisch und schwach kiesig, stark feucht - nass, meist untergeordnet eingelagert/verzahnt in/mit 2c, mittlere Mächtigkeit 1 - 2 m
2f	Torf – stark zersetzt, nass, als 20 cm mächtige Schicht in RKS 3 (ab 2,8 m), in RKS 18 (4,5 – 4,7 m) und RKS 29 (ab 5,8 m) erkundet, im Bereich RKS 28 als rezente/unzersetzte Bildung an der GOK bis 0,35 m Tiefe
Schicht 3	pleistozäne Schichten
3a	Geschiebelehm/-mergel – tonig - sandiger Schluff, sehr schwach kiesig, weich - steif - halbfest, oft gemeinsam mit 3b als mehr oder weniger geschlossene Decke zwischen BK 8 – BK 16 und Bahndamm-BK 40 sowie BK 42 – BK 43 verbreitet, Mächtigkeiten von 0,2 m – 2,0 m
3b	Sand/Kiessand – schwach kiesige - kiesige Sande, lokal schwach schluffig, mitteldicht, Verbreitung annähernd wie 3a - zusätzlich an BK 3, 0,5 m – 2,8 m mächtig, unterhalb der Altdeponie 1 (BK 10 – BK 14) und in Tieflagen (BK 26, BK 38) wasserführend
Schicht 4	tertiäre Schichten
4a	Braunkohle – Braunkohle mit wechselndem mineralischen Anteil (Ton, Schluff, Sand), geringer Inkohlungsgrad, häufig holzig, ~1,5 – 3,5 m mächtig, teilweise vernässt, lokale Einlagerungen der Schicht 4c (Quarzit)
4b	Sand – Mittelsand, feinsandig, schluffig, lokal kohlig/organisch, wasserführend, überwiegend mitteldicht - dicht, selten breiig - weich/locker, ~1,2 – 3,2 m mächtig
4c	Quarzit – zementierter Sandstein mit sehr guter Kornbindung, dicht/frisch - kaum verwittert, klüftig - grobstückig, Bänke von 0,5 - 2,0 m Mächtigkeit und stark variierender Tiefenlage (5,7 - >10,0 m unter GOK)
4d	Ton – Ton, schwach - stark sandig, schluffig, lokal stark feucht und schwach kohlig, steif/halbfest, nach SSW einfallende Oberfläche (~83,9 – 81,9 m ü. NHN) und zunehmende Mächtigkeit (1,4 – 4,9 m)
Schicht 5	Buntsandstein
5a	Felsersatz (WL Ton/Schluff/Sand) – Wechsellagerung/Gemenge aus Ton, Schluff und Sand mit sehr wenigen verwitterten Bruchstücken (kiesiger Anteil) und ohne bis sehr schwacher Kornbindung, z. T. aufgearbeitet, Lockergesteinscharakter (schluffiger - stark schluffiger Fein-/Mittelsand, lokal grobsandig und schwach tonig/kiesig), mitteldicht – steif/halbfest
5b	Felsersatz (Ton/Schluff) – überwiegend schwach sandige bis sandige und stark verwitterte bis entfestigte/zersetzte Ton-/Schluffsteine, halbfest, überwiegend Lockergesteinscharakter, nach SSW einfallende Oberfläche (~79,3 – 76,1 m ü. NHN)
5c	verwitterter Fels (Sandstein) – Fein-/Mittelsand, tonig, schwach schluffig, schwach grobsandig, schwach kiesig (Gesteinsbruchstücke), verwittert bis zersetzt, Sandsteinlagen/-bänke (schwach mürbe - mürbe, grobstückig, z. T. zementiert und massig), dicht, fest gelagert, Wasserführung in sandigen Lagen bzw. verwitterten Sandsteinbänken
Anmerkung zur Schicht 1d: Im Rahmen der Umlagerung der Abfälle auf der Fläche der ehemaligen Altdeponie 1 wurde die Schicht 1d bis Ende 2016 vollständig abgetragen. Die Umlagerung ist abgeschlossen, die Fläche mittels Anspritzbegrünung begrünt und die Kontaminationsfreiheit der Fläche durch das LVwA als zuständige Behörde bestätigt. Die Entlassung aus der Nachsorge erfolgt voraussichtlich vor Baudurchführung der Umverlegung der Laucha (vgl. Band B1).	

Ergänzend wurde der Baugrundaufbau für den neuen Flusstrassenabschnitt (Vorzugsvariante; Band B1 und B2) durch BuG (B8 Anl1.3) anhand der niedergebrachten Aufschlüsse wie folgt beschrieben (siehe Tabelle 2.2).

Tabelle 2.2 Baugrundaufbau nach BuG (B8 Anl1.3)

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Schicht-UK [m u. örtl. GOK]	Bodenbeschreibung	
				Kornverteilung/Farbe	Konsistenz/Lagerungsdichte
1a	Mutterboden ¹⁾	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, gemischt- körnig ¹⁾	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
1c	Auffüllung, Mudde ¹⁾	0,30 – 0,40	0,30 – 0,40	Mudde, schwarz	breiig
1d	Auffüllung, Halden- material ¹⁾	1,30 – 12,60	1,50 – 12,60	Schluff, schwach tonig bis tonig, schwach sandig bis sandig, / Feinsand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, blaugrau bis braun	weich bis flüssig, z. T. auch steif, in Zwischenla- gen halbfest bis fest
2a	Auelehm (Aueton/- sand)	>0,30 – 5,10	3,40 – 5,10 (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 ¹⁾	0,20 – 0,90	0,50 – 8,10	Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach steinig/ Kies, stark sandig, schwach steinig, grau bis graubraun	mitteldicht
3	Geschiebe- lehm ¹⁾	0,20 – 0,90	0,50 – 1,20	Ton, schluffig bis stark schluffig/ Sand, stark schluffig, tonig, schwach kiesig	steif
4a	Buntsand- stein, zersetzt ¹⁾	>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/halb- fest
4b	Buntsand- stein, verwittert ¹⁾	>1,10 – >10,1	nicht durch- teuft	Buntsandstein mäßig bis schwach verwittert, hellgrau bis grauweiß	-

¹⁾ nicht in allen Aufschlüssen erkundet

Auf Grund anthropogener Eingriffe und Veränderungen (ehemalige Altdeponie 1, Wege/Straßen, Bahndamm, erdverlegte Medien) sind aufgefüllte Schichten an der GOK in differenzierter Mächtigkeit und Zusammensetzung zu erwarten (B8 Anl1.3).

2.2.1.3 Hydrogeologie, Hydrologie, Beton- und Stahlaggressivität

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen für die Flusstrasse sowie der hydraulischen Modellierung des Baugebietes erfolgte bereits eine ausführliche Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse. Die Grundwasserstände wurden während der Untersuchungen und an Stichtagsmessungen protokolliert (B8 Anl1.2.1, B8 Anl1.2.2 und B8 Anl1.3).

Wegen der vielfältigen hydraulischen Verbindung und der Nähe zur Oberfläche wurden die diskordant auf dem mittleren Buntsandstein lagernden Schichten des Tertiärs, des Quartärs und auch die Auffüllungen der DHS zum GWL 1 zusammengefasst (B8 Anl1.1). Alle folgenden, liegenden GWL 2 bis 4 sind der Natur nach Festgesteins-GWL des Buntsandsteins, die entsprechend dem generellen Schichteinfallen nach NW am Standort unterschiedlich verbreitet sind und in unterschiedlichen Tiefen anstehen.

Die am Standort relevanten GWL des Mittleren Buntsandsteins sind (B8 Anl1.1 und B8 Anl1.2.1):

- der GWL 2 der Hardeggen-Folge *smH*, der im zentralen und westlichen Standort den jüngsten Festgesteins-GWL darstellt,
- der Detfurth-Sandstein *smDS* als GWL 3 mit dem hangenden Stauer/Geringleiter der Detfurth-Wechselfolge *smDW* (auch Detfurth-Ton), der im östlichen und zentralen Teil des Standortes ausstreicht und nach NW unter die jüngeren Bildungen abtaucht und
- der liegende GWL 4 (i. W. Avicula-Schichten *smVA* der Volpriehausen-Folge), der im östlichsten Teil des Standortes oberflächennah ansteht.

Die jeweils obersten Schichten der Festgesteins-GWL und der eingelagerten Stauer und Geringleiter (i. W. Detfurth-Ton zwischen GWL 2 und 3) sind in ihrer Beschaffenheit durch Verwitterung stark verändert und der klassische Festgesteinscharakter der Schichten ist zum großen Teil verloren gegangen, so dass häufig keine exakte hydrologische Trennung zum diskordant auflagernden GWL 1 auszumachen ist und hydraulische Verbindungen bestehen.

Für das Bauvorhaben wird in den Niederungen mit geringeren Einschnitttiefen in erster Linie der GWL 1 maßgebend sein. In Hochlagen mit maximalen Einschnitttiefen von 11,5 m (ab Deponiesohle bzw. natürlicher GOK) hingegen werden die durch Verwitterung geprägten GWL 2 bis GWL 4 maßgebend sein.

Das Vorhabengebiet liegt im Tal der Laucha und deren Seitental, das der Wertsgraben entwässert. Laucha und Wertsgraben bilden die Vorfluter, denen alle nicht versickernden Niederschläge zufließen und die im weiteren Verlauf nach Osten zur Saale entwässern.

Nach Starkniederschlägen und Schneeschmelze im Einzugsgebiet ist mit kurz- und mittelfristig stark ansteigendem Durchfluss und Wasserstand zu rechnen. In den Niederungen am Beginn und Ende des Bauabschnittes hat die Wasserführung der Laucha Einfluss auf den Grundwasserflurabstand; bei hohem Durchfluss und hohen Wasserständen sind kurz- und mittelfristig steigende Grundwasserstände zu erwarten.

In unmittelbarer Nähe des Einschnittes sind keine stehenden Oberflächengewässer vorhanden.

Der GWL 2 wurde während der Feldarbeiten in mehreren Bohrungen stark unterschiedlich angeschnitten. Bei der angetroffenen Tonstein-/Sandstein-Wechselagerung handelt es sich um einen Grundwasserleiter im geschichteten Festgestein. Die während der Aufschlussarbeiten erkundeten Grundwasseranschnitte wurden vorwiegend am Übergang vom Tonstein zum Sandstein festgestellt. Es wurden gespannte Grundwasserverhältnisse (GWL 2) angetroffen. Dabei wurde das gespannte Grundwasser je Bohrung teilweise mehrmals in der Tst-/Sst- Wechselagerung oberhalb und unterhalb der zukünftigen Gewässersohle angeschnitten (vgl. B8 Anl1.2.1).

Im Rahmen der ergänzenden Baugrunduntersuchung durch BuG wurden während der Aufschlussarbeiten im Zeitraum 07.05.2014 bis 16.06.2014 Wasserstände im Festgestein (Details siehe B8 Anl1.3; Tabelle 2.3-1) für den neuen Trassenverlauf erkundet, die mit fortschreitender Kilometrierung stetig abnehmen. Dementsprechend kann für Planungszwecke von einem mittleren Grundwasserstand von 97 m NHN bei Stat. 2+477 und von 90 m NHN bei Stat. 3+450 im Buntsandstein ausgegangen werden.

Der quartäre Grundwasserleiter (Flussskies, 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 zuzüglich eines Sicherheitsaufschlags. Für die Bemessungswasserstände wird von einem um 0,5 m höheren Wasserstand ausgegangen. Das Grundwasser steht im Allgemeinen subartesisch gespannt an.

Aus mehreren Aufschlüssen wurden Wasserproben entnommen und auf Beton- und/oder Stahlaggressivität untersucht. Die Ergebnisse sind in der nachfolgender Tabelle 2.3 und Tabelle 2.4 zusammengefasst.

Tabelle 2.3 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach BuG (B8 Anl1.3; Tabelle 2.3-4 (veränderte Darstellung))

Probe/ Aufschluss Nr.	Betonaggressivität		Stahlaggressivität (DIN 50 929)			
	Angriffsgrad (DIN 4030)	Exposi- tions- klasse	Wasser/Luft-Grenze		Unterwasserbereich	
			Flächen- Korrosion	Mulden-/ Lochkor- rosion	Flächen- korrosion	Mulden-/ Loch- korrosion
BK 1/13	stark	XA3	gering	mittel	sehr gering	gering
BK 11/13	mäßig	XA2	sehr gering	gering	sehr gering	sehr gering
Laucha bei BK 11/13	mäßig	XA2	gering	mittel	sehr gering	sehr gering
BK 20/13	schwach	XA1	sehr gering	gering	sehr gering	sehr gering
Laucha bei BK 20/13	mäßig	XA2	sehr gering	mittel	sehr gering	sehr gering

Tabelle 2.4 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach IB Klein (B8 Anl1.1; Tabelle 7)

Probe	Betonaggressivität		Stahlaggressivität (DIN 50 929)				
	Angriffsgrad (DIN 4030)	Exposi- tions- klasse	Wasser/Luft-Grenze		Unterwasserbereich		Deck- schicht- Güte auf feuerver- zinkten Stählen
			Flächen- Korrosion	Mulden-/ Lochkor- rosion	Flächen- korrosion	Mulden-/ Lochkor- rosion	
BK 1	stark angreifend	XA 2	sehr gering	gering	sehr gering		gut
BK 2				mittel	sehr gering	gering	
BK 5							sehr gut
BK 9	schwach an- greifend	XA 1	-				
BK 14 GWM 1	stark angreifend	XA 2	sehr gering	gering	sehr gering		sehr gut
BK 20 GWM 2	schwach an- greifend	XA 1					
BK 28	nicht angreifend	-	-				
BK 33	stark angreifend	XA 2	sehr gering	gering	sehr gering		sehr gut
BK 43							
BK 44							

Es wird empfohlen, für den Untersuchungsstandort mindestens von Expositionsklasse XA2 (nur im Bereich der Deponie sogar von XA3) 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. Ursache der schwach bzw. stark betonangreifenden Wirkung des Grundwassers ist fast ausschließlich der Sulfatgehalt (>200 mg/l bzw. >600 mg/l), der auf geogene Ursachen (Sulfatgehalt im Buntsandstein) zurückzuführen ist (B8 Anl1.1).

2.2.1.4 Vorhandene Produkt- und Versorgungsleitungen

Im Planungsgebiet befinden sich vor allem Gasversorgungs-, Elektro-, Schmutzwasser-, Regenwasser- und Wasserversorgungsleitungen sowie Leitungen für chemische Produkte. Dabei handelt es sich sowohl um Fernleitungen, als auch um regionale Produkt- und Versorgungsleitungen (siehe Tabelle 2.5 und vgl. B8 Anh1).

Tabelle 2.5 Übersicht Fernleitungen (vgl. auch Bände B1 und B2)

Bau-km	Versorgungsträger	Leitungen
0+225	Dow Olefinverbund	1x DN 400 Rohstoffpipeline (RRB) 1x DN 150 Produktenpipeline (PTB) 1x DN 200 Produktenpipeline (PBT)
0+230	MVL	2x Rohölpipeline 1x Fernmeldekabel
1+522	enviaM	1x Elt.-Kabel
1+522	Telekom	1 x Telekomkabel (außer Betrieb)
2+680/2+960 3+346 3+356	VNG/ONTRAS	2x Ferngasleitung FGL 104.05; DN 500, FGL 201.07.04; DN 300
3+397 und 3+413	Dow Olefinverbund (angrenzend)	1x DN 400 Ethylenpipeline (EBT; angrenzend) und 1x DN 150 Produktenpipeline (PBB) 1x DN 200 Propylenpipeline (PBT) 1x DN 150 Produktenpipeline (PTB) 1x DN 150 Wasserstoffpipeline (WBB)

Mit dem Vorhaben werden die beiden ONTRAS Ferngasleitungen FGL 104.05 und FGL 201.07.04 gekreuzt, welche umzuverlegen sind (Band B6). Darüber hinaus werden die o.g. Versorgungsleitungen der Dow und MVL gekreuzt, welche auf Grund ihrer Teufenlage zum Vorhaben keine Anpassung (Umverlegung) erfordern. Weitere sich im Planungsgebiet befindende Versorgungsleitungen bedürfen keiner Anpassung bzw. werden im Rahmen der Bauausführung gesichert (vgl. z. B. Band B7 etc.).

2.2.1.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Von den durch BuG erkundeten Baugrundsichten wurden Mischproben (MP 7 bis MP 32) und eine Sonderprobe (24) gewonnen und nach LAGA TR Bauschutt und/oder nach den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV)/ Zuordnungswerten der Hochhalde Schkopau untersucht (siehe B8 Anl1.3; Tabellen 2.5.-1 und 2.5-2).

Sämtliche Altdeponien sowie der Deponieabschnitt 4.5 der Hochhalde Schkopau befinden sich in der Stilllegungsphase. Zur Herstellung der genehmigten Endkubaturen der Altdeponien/Deponieabschnitte dürfen Abfälle zur Verwertung genutzt werden.

Auf den Altdeponien der Hochhalde Schkopau dürfen Abfälle verwertet werden, deren Kontaminationen bei max. 10 Parametern \leq DK II DepV betragen. Alle anderen Parameter müssen die Vorgaben der DK 0 DepV einhalten.

Auf dem Deponieabschnitt 4.5 ist die Verwertung von Abfällen bis zu Kontaminationen \leq DK II DepV zulässig.

Auf Grundlage dieser Zuordnungswerte erfolgte die Einstufung der Mischproben in B8 Anl1.3; 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 Hochhalde Schkopau aus. Der überschrittene Parameter für eine Zuordnung in DK II ist in allen genannten Mischproben der Glühverlust. Ausnahmen bilden lediglich die Auffüllungen mit Fremdbestandteilen im Bereich der Eisenbahnüberführung (EÜ). Über die Möglichkeit der Ablagerung dieser Materialien auf der Hochhalde Schkopau ist ggf. mit der zuständigen Umweltbehörde zu beraten (siehe B8 Anl1.3).

Für den Entsorgungsweg der Aushubmaterialien beim Bau des Absperrbauwerkes am alten Laucha-Lauf gelten aus gutachterlicher Sicht (B8 Anl5.2, B8 Anl5.3) für die orientierend, umwelttechnisch untersuchten Proben/Schichten folgende Einbau- bzw. Deponieklassen bzw. nach LAGA M 20, TR Boden, Anlagengenehmigung Hochhalde Schkopau bzw. Bewertung:

Auelehm/-mergel (Schicht 2c)

- verwertbar im eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen nach LAGA M 20, TR Boden - Einbauklasse 2
- deponierbar auf der Hochhalde Schkopau (DK II)

Unabhängig von der Beprobung sollten vor der geplanten Entsorgung nochmals Haufwerksproben genommen und untersucht werden.

Die im Rahmen der Baugrunduntersuchung durch IB Klein außerhalb der ehemaligen Altdeponien entnommenen Bodenproben waren hinsichtlich der umweltrelevanten Schadstoffe unauffällig (vgl. B8 Anl1.1).

2.2.1.6 Geotechnische Besonderheiten

Das Gebiet südlich der Umverlegungsstrasse der Laucha ist nicht von Altbergbau und seinen Folgeerscheinungen betroffen. Nach B8 Anl1.1 sind in geotechnischer Hinsicht am Standort keine Senkungserscheinungen auf Grund von Subrosion des tieferen, salinaren Untergrundes zu erwarten.

Trinkwasserschutzzonen oder Altlastverdachtsflächen sind am unmittelbaren Bauwerksstandort nicht bekannt. Eine Ausnahme stellte das Areal der ehemaligen Altdeponie 1 zwischen den Stationen 0+600 bis 1+350 mit den nicht mehr in Betrieb befindlichen Kalkhydrat-Spülteichen dar. Die Altdeponie 1 wurde zwischenzeitlich durch Umlagerung auf die Altdeponie 2 vollständig rückgebaut und die Kontaminationsfreiheit der beräumten Fläche durch das Schreiben des LVwA vom 02.11.2017 bestätigt (vgl. Band B1). Die Altdeponie 2 wird im Rahmen einer gesonderten Planung vor Baubeginn in den Bereichen des geplanten Einschnittes teilweise rückgebaut. Für die Altdeponie 2 wird davon ausgegangen, dass die Kontaminationsfreiheit ebenfalls nachgewiesen werden kann.

Das Planungsgebiet ist gemäß der Stellungnahme des Landkreises Saalekreis als Kampfmittelverdachtsfläche (ehemaliges Bombenabwurfgebiet) eingestuft. Bei der Durchführung von Tiefbauarbeiten und sonstigen erdeingreifenden Arbeiten muss mit dem Auffinden von Blindgängern gerechnet werden. Empfohlen wird daher, die Tief- und Erdbauarbeiten durch eine Kampfmittelräumfirma abzusichern bzw. Flächensondierungen auszuführen. Bei den geplanten Bohr- oder Spundarbeiten ist zusätzlich eine Bohrlochsondierung durchzuführen.

Der Standort wird nach DIN EN 1998-1/NA keiner Erdbebenzone zugeordnet. Seismische Einwirkungen sind daher nicht zu berücksichtigen. Der Nachweis der Standsicherheit für den Lastfall Erdbeben ist nicht erforderlich.

Nach RStO 12 wird der Standort in Frosteinwirkungszone II eingeordnet.

Die Klassifizierung und Eigenschaften der Bodenschichten, charakteristische Bodenkennwerte sowie die Hydrologie und Grundwasserverhältnisse sind in den verschiedenen Einzelgutachten von IB Klein, GGU und BuG (siehe B8 Anl1.1, B8 Anl1.2.1 und B8 Anl1.3) ausreichend dokumentiert. In Tabelle 2.6 sind die wichtigsten Bodenkennwerte aus den verschiedenen Gutachten zusammengefasst.

Tabelle 2.6 Bodenkennwerte nach IB Klein, GGU und BuG

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Untersuchungen durch IB Klein (B8 Anl1.1)						
1c	Auffüllung allgemein	18	9	30	0	8
1d	Altdeponie 1	11 – 13	2 – 4	20-30	5	-
2a	Oberboden	17	8	22	0	-
2b	Laucha-Schlamm	-	12	10	0	-
2c, 2e	Auelehm/-mergel, Aueton	17	8	22	10	5
2d	Talsand	18	9	30	0	12
3a	Geschiebelehm/-mergel	20	10	30	25	12
3b	Kiessand	19	11	35	0	50
4a	Torf, Braunkohle	11 12	1 3	10 30	5 15	1 5
4b	Sand	19	10	32	0	35
4c	Quarzit	26	16	-	100	500 – 1000
4d	Ton	21	11	27	20	15
5a	Felsersatz (WL Ton/Schluff/Sand)	20	10	27	10	20
5b	Felsersatz (Ton/Schluff)	22	12	27	15	20
5c	verwitterter Fels (Sandstein)	21	12	35	10	50
Untersuchungen durch GGU (B8 Anl1.2.1)						
1c	Auffüllungen	18	9	25 – 30	0	8
1d	Deponie	13	4	20 – 30	0 - 5	10 – >50
2a	Oberboden	17	8	22	0	1 – 5
2b	Laucha-Schlamm	12	2	10	0	0,5 – 1
2c	Aueablagerungen	20	10	28	5	5 – 10
2d	Talsande	19	11	30	3	20 – 40
2f	Torf	11	1	10	5	1
3a	Geschiebelehm/-mergel	20	10	30	25	12
3b	Sand, Kiessand	19	11	35	0	50
4a	Braunkohle	12	2	25	10	4,5,9
4b	Tertiärsand	19	11	32	0	80 – 100
4c	Quarzit	26	16	45	50	> 500
4d	Tertiärtone	21	11	22	25	8,2 – 12
5a	Grobkörniger Felsersatz	20	10	27	10	20
5b	Feinkörniger Felsersatz	22	12	27	15	20
5c	Verwitterter Fels (Sandstein)	21	11	35	10	50

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Untersuchungen durch BuG (B8 Anl1.3)						
1a	Mutterboden	18	10	20	2,5	3
1b	Auffüllung, gemischtkörnig	18	10	25	2,5	10
1c	Auffüllung, Mudde	19	9	25	5	3
1d	Auffüllung, Haldenmaterial					
	Feste Lagen,	15	5	27,5	10	15
	weich bis steif	13	3	14	2,5	5
	flüssig bis weich	13	3	5	0	1
2a	Auelehm	19	10	22,5	7,5	5 – 10
2b	Flusskies	19	10	32,5	0	30
3	Geschiebelehm	19	10	27	10	15
4a	Zersetzter Buntsandstein					
	Sandstein	19	11	27,5	7,5	20 – 30
	Tonstein	20	10	17,5	25	20 – 30

Durch den Aushub des Einschnittes erfolgt keine zusätzliche Belastung des Baugrundes, weshalb nicht mit dem Auftreten von Setzungen zu rechnen ist. Es kommt durch den Aushub des bis zu 10 m tiefen Einschnittes zu einer Entlastung der verbleibenden Schichten (i. W. verwitterter Fels/Sandstein - 5c). Durch die Entlastung und den ungehinderten Wasserzutritt (Laucha-Bett) an stark tonige/schluffige Schichten (Quellen der Tonminerale) im verwitterten Fels sind Hebungen mit Beträgen im cm-Bereich möglich. In überwiegend feinkörnigen Proben des Zersatzes (Schicht 5b) wurden bei drei Quellhebungs-/druckversuchen Volumenzunahmen von 0,18 – 1,81 % unter 100 kN/m² Auflast bestimmt. Unter Beachtung der Randbedingungen (Einschnitt-Tiefe, Baugrundbeschaffenheit, Wasserführung und Quelldruck) sind Hebungen der Einschnittsohle bis zu 3 cm möglich.

Bei fachgerechter Herstellung von Untergrund, Unterbau und Oberbau der Unterhaltungswege sind durch die auftretenden dynamischen Lasten keine Setzungen zu erwarten.

Zur besseren Strukturierung der Bauausführung wurde die Trasse in mehrere Bauabschnitte unterteilt, diese werden im Band B2 näher beschrieben. Hier im Band B8 erfolgt nur eine Kurzdarstellung. Die geplanten Bauwerke werden in den nachfolgenden Kapiteln (Kapitel 2.2.2 – Straßenbrücke bei Knapendorf, Kapitel 2.2.3 – Wegebrücke oberstromig Eisenbahnüberführung und Eisenbahnüberführung (EÜ) sowie Kapitel 2.2.4 – Straßenbrücke/Straßenüberführung Elisabethhöhe (SÜ) behandelt. Alle Regelprofile für den Bau der Flusstrasse sind u.a. in dem Lageplan der Bauwasserhaltung enthalten (B2 Anl3.4).

Hinsichtlich der Baugrundverhältnisse lässt sich die geplante Trasse in folgende Homogenbereiche (siehe Tabelle 2.7) einteilen. Weitere Details sind dem Gutachten von GGU (siehe B8 Anl1.2.2) und BuG (siehe B8 Anl1.3; Kapitel 2.5) zu entnehmen.

Tabelle 2.7 Baugrund – Homogenbereiche

lfd.-Nr. der Homogenbereiche	Erstreckung		Maßgebende Bodenschichten nach (B8 Anl1.2.2 und B8 Anl1.3)
	von Stat.	bis Stat.	
HB 1	0+000	1+435	Uferböschung im Auelehm; ggf. mit darüber liegender Auffüllung
HB 2	1+435	1+600	Ufer- und Einschnittböschung im Auelehm, Talsand und Braunkohle
HB 3	1+600	1+650	Ufer- und Einschnittböschung im Auelehm, Talsand, Braunkohle und Tonstein-/Sandstein-Wechsellagerung bei ansteigender Tst/Sst-Wechsellagerung (Sandstein-/Tonstein-Wechsellagerung)
HB 4	1+650	3+200	Einschnittböschung mit relativ geringmächtiger Lockergesteinsdecke (Auelehm, Geschiebelehm/-mergel) und anstehender Tst/Sst-Wechsellagerung
HB 5	3+200	3+335 (Bauende)	Uferböschung im Auelehm, Talsand und Tertiärton; lokal Schichtoberkante des Buntsandsteins unmittelbar unter geplanter Gewässersohle

2.2.2 Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke bei Knapendorf

2.2.2.1 Überblick

Für das erforderliche Querbauwerk (siehe Abbildung 2.1) wurden im Rahmen der Entwurfsplanung (Band B3) eine Variantenuntersuchung die Bauwerksgeometrie sowie die Tragwerksausbildung untersucht. Als Vorzugslösung wurde die Variante 1 empfohlen.

Für die Bewertung der Minstdicke bzw. der Zu-/Abschläge des frostsicheren Oberbaus nach Tab. 6 und 7 der RStO infolge örtlicher Verhältnisse ist der Standort wie folgt zu charakterisieren:

- Grundwert nach Frostempfindlichkeitsklasse F3 des Unterbaus/der Hinterfüllung nach RStO,
- Frosteinwirkungszone II - (+ 5 cm),
- keine besonderen Klimaeinflüsse - (+/- 0 cm),
- kein Grund- u. Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum- (+/- 0 cm),
- Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m - (+/- 0 cm),
- Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen - (+/- 0 cm).

Die vorhandene Straße ist nach den vorliegenden Unterlagen überschläglich der Belastungsklasse BK1,0 zuzuordnen, so dass sich ein Grundwert des Unterbaus von 60 cm für F3-Böden ergibt. Gemäß den o. g. Mehr- und Minderdicken ergibt sich eine Minstdicke des frostsicheren Aufbaus von 65 cm.

In der unmittelbaren Umgebung der geplanten Straßenbrücke bei Knapendorf befinden sich im Straßenbereich Telekom- und Elektroleitungen, welche bauzeitlich umverlegt bzw. gesichert werden müssen. Gemäß der Entwurfsplanung (Band B3) zu den Trassenvarianten enden ca. 100 m in südlicher Richtung Regen und Trinkwasserleitungen. Eine Tangierung dieser Medienleitungen mit der Baumaßnahme kann somit ausgeschlossen werden.

Die Telekom- und Elektroleitungen werden durch Schutzrohre am bzw. im Bauwerk über die geplante Gewässertrasse geführt. Im Rahmen der Entwurfsplanung werden die Medienträger mit einbezogen (vgl. auch Band B1 und Band B2).

2.2.2.2 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Der Untersuchungsbereich ist nahezu eben und weist ein leichtes Einfallen nach NNW mit Geländehöhen von 92,50 m bis 94,00 m NHN auf. An der Ostseite des vorhandenen, gepflasterten Wirtschaftsweges ist eine 0,50 m hohe Böschung vorhanden, an der Westseite verläuft ein zeitweilig wasserführender Graben. Westlich des Wirtschaftsweges befindet sich eine Brache mit einzelnen Bäumen. Im Planungsbereich ist keine Bebauung vorhanden (B8 Anl2.2). Der nächst gelegene Ortsteil Knapendorf befindet sich südlich in einer Entfernung von ca. 350 m zur v. g. geplanten Straßenbrücke.

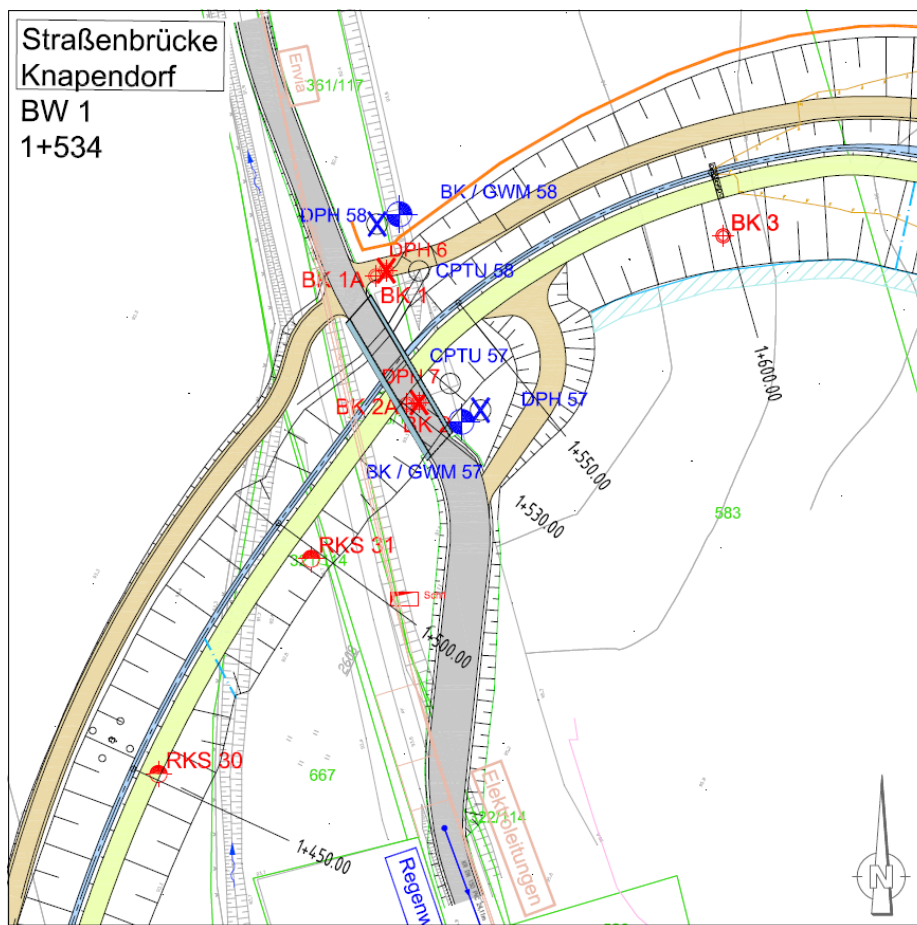


Abbildung 2.1: Straßenbrücke bei Knapendorf (siehe B8 Anl2.2; Anlage 2)

2.2.2.3 Geologie - Schichtenverlauf und -verbreitung

Im tieferen Untergrund stehen verwitterte bis angewitterte Ton-, Schluff- und Sandsteine des mittleren Buntsandsteins an. Diese werden von tertiären Schichten überlagert. Das Hangende bilden holozäne und rezente Sedimente des Laucha-Tales. Die obersten Schichten sind stark anthropogen beeinflusst.

Es wurden vier Rotationskernbohrungen, zwei Schwere Rammsondierungen und eine Aufgrabung durch IB Klein (B8 Anl2.1) sowie ergänzend zwei Rammkernbohrungen, zwei Drucksondierungen und zwei tiefe Schwere Rammsondierungen durch GGU (B8 Anl2.2) ausgeführt und ausgewertet.

Daraus ergibt sich für den Baugrund folgendes Schichtmodell (Abbildung 2.1), das vorwiegend nach ingenieurgeologischen Kriterien aufgestellt wurde. Die ausführlichen Beschreibungen sind den Anlagen B8 Anl2.1 und B8 Anl2.2 zu entnehmen. Für die geplante Straßenbrücke wurde die geotechnische Kategorie 2 (GK 2) festgelegt.

Tabelle 2.8: Schichtaufbau im Bereich der Straßenbrücke bei Knapendorf (B8 Anl2.1 und B8 Anl2.2)

Schicht 1	Auffüllungen
1a	Oberbau – Naturstein-Großpflaster (18 cm mächtig) mit tragschichtartiger Bettung aus kiesigem Sand (12 cm mächtig), nur im Bereich des Wirtschaftsweges
1c	Auffüllungen allgemein – (Fein-/Mittel-)Sand, schluffig, schwach kiesig, mit Oberboden-, Holz- und anthropogenen Resten (Ziegelbruch), inhomogen mit wechselnden Mächtigkeiten bis 3,2 m unter GOK, an der Basis z. T. vernässt
Schicht 2	holozäne Schichten
2a	Oberboden – sandiger/humoser Schluff, steif - halbfest, nur an RKS 31 – 45 cm unter GOK und als ~15 cm mächtiger Rest unter dem Oberbau des Wirtschaftsweges
2d	Talsand – Fein(Mittel-)sand, schwach schluffig - stark schluffig, selten tonig und kiesig (BK 2), mit lokalen Schluff-Einlagerungen, locker bis mitteldicht (schluffig - stark schluffig: weich - steif), ab 2,0 – 2,7 m unter GOK wasserführend, ca. 2,5 – 4,5 m mächtig, als kohlige Abschwemmmassen nicht immer zuverlässig vom Schicht 4b zu trennen
Schicht 4	tertiäre Schichten
4a	Braunkohle – Braunkohle mit wechselndem mineralischen Anteil (Ton, Schluff, Sand), geringer Inkohlungsgrad, häufig holzig, ~1,5 – 3,5 m mächtig, teilweise vernässt, lokale Einlagerungen der Schicht 4c (Quarzit)
4b	Sand – Mittelsand, feinsandig, schluffig, lokal kohlig/organisch, wasserführend, überwiegend mitteldicht - dicht, selten breiig - weich/locker, ~1,2 – 3,2 m mächtig
4c	Quarzit – zementierter Sandstein mit sehr guter Kornbindung, dicht/frisch - kaum verwittert, klüftig - grobstückig, Bänke von 0,5 – 2,0 m Mächtigkeit und stark variierender Tiefenlage (5,7 – >10,0 m unter GOK)
4d	Ton – Ton, schwach - stark sandig, schluffig, lokal stark feucht und schwach kohlig, steif/halbfest, nach SSW einfallende Oberfläche (~83,9 – 81,9 m ü. NHN) und zunehmende Mächtigkeit (1,4 – 4,9 m)
Schicht 5	Buntsandstein
5b	Felsersatz (Ton/Schluff) - überwiegend schwach sandige bis sandige und stark verwitterte bis entfestigte/zersetzte Ton-/Schluffsteine, halbfest, überwiegend Lockergesteinscharakter, nach SSW einfallende Oberfläche (~79,3 m – 76,1 m ü. NHN)

2.2.2.4 Hydrogeologie und Grundwasserverhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse sowie die Grundwasserstände und der Grundwasserchemismus wurden im B8 Anl2.1 eingehend untersucht. Nachfolgend werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

Grundwasser des GWL 1 wurde ab minimal 1,95 m bis maximal 3,40 m unter GOK festgestellt. Auf Grund stauender Schichten bzw. Einlagerungen erfolgen auch Anschnitte gespannten Grundwassers in größeren Tiefen. Die Ruhewasserstände liegen im Niveau von 1,95 m bis 3,30 m unter GOK (90,6 m – 89,4 m ü. NHN) und entsprechen in etwa dem Oberflächenwasserspiegel der Laucha von 90,0 m ü. NHN westlich des Standortes. Das Grundwasser in den tertiären Schichten (i. W. 4b - Sand) unterhalb der undurchlässigeren Schichten 4a, 4c und 4d ist gespannt - ausgehend von den Ruhewasserständen ist mit einem Druckniveau bis ~2,0 m unter GOK (~90,5 m ü. NHN) zu rechnen.

Die Beton- und Stahlaggressivität des vorhandenen Grundwassers des GWL 1 wurden ermittelt (Tabelle 2.9). Diese sind im geotechnischen Gutachten B8 Anl2.1; Anlage 7.1.1 detailliert aufgeführt.

Tabelle 2.9: Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers nach IB Klein (GWL 1; B8 Anl2.1 (veränderte Darstellung))

Probe	Betonaggressivität		Stahlaggressivität (DIN 50 929)				
	Angriffsgrad (DIN 4030)	Expositions-klasse	Wasser/Luft-Grenze		Unterwasserbereich		Deck-schicht-Güte auf feuerver-zinkten Stählen
			Flächen-Korrosion	Mulden-/Lochkorrosion	Flächen-korrosion	Mulden-/Lochkorrosion	
BK 1	stark angreifend	XA 2	sehr gering	gering	sehr gering	sehr gering	gut
BK 2				mittel		gering	

2.2.2.5 Klassifizierung und Eigenschaften der Bodenschichten und anstehenden Felsarten

Basierend auf der Feldansprache und den Laboruntersuchungen wurden die Schichten nach bautechnischen Kriterien (DIN 18 196, DIN EN ISO 14689-1) klassifiziert. Eine ausführliche Beschreibung ist dem geotechnischen Gutachten B8 Anl2.1; Tabelle 3 bis 11 und B8 Anl2.2; Tabellen 8 bis 12 zu entnehmen.

2.2.2.6 Gründungsempfehlungen

Nach dem Gutachten B8 Anl2.2 wird bei den angetroffenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen eine Flachgründung des geplanten Brückenbauwerkes empfohlen. Dagegen wird in B8 Anl2.1 eine Tiefgründung der Brücke mittels Bohrpfählen empfohlen.

Als Vorzugslösung (Band B3) wurde die Variante 1 (Brücke mit einer gelenkig gelagerten Überbauplatte und Gründung im Bereich der geplanten Uferböschung) im Rahmen der Vorplanung herausgearbeitet. Der gemäß Vorplanung ungünstige Kreuzungswinkel von 54^{gon} wurde im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung auf ca. 80^{gon} mit einer entsprechenden Angleichung der Straßenachse angepasst.

Im Ergebnis der neuen Bewertung (Band B3) ergibt sich als Vorzugslösung für die weitere Planung als Tragkonstruktion ein Rahmenbauwerk mit Tiefgründung, welche in der weiteren Planung betrachtet wird.

2.2.2.7 Wasserhaltung

Die bauzeitliche Wasserhaltung für die Herstellung des Bauwerkes ist im engen Zusammenhang mit der Anlage von Böschungen zur Baugrubensicherung und dem Bau der

Flusstrasse zu betrachten und zu planen. Für die Wasserhaltung wird eine offene Wasserhaltung mit Pumpen unter gleichzeitiger, temporärer Entspannung/Absenkung des Grundwassers außerhalb der Baugrube vorgesehen. Die Entwässerung des Einschnittes wird mittels offener Wasserhaltung über Längsgräben mit Pumpensumpf realisiert.

2.2.3 Baugrunduntersuchungen Eisenbahnüberführung und Wegebrücke oberstromig Eisenbahnüberführung

2.2.3.1 Überblick

Die Neuerrichtung der Eisenbahnüberführung (EÜ) und der Wegebrücke soll den Betrieb der Bahn sicher und funktionsfähig gewährleisten. Die Funktion der oberstromig der Eisenbahnüberführung sich befindenden Wegebrücke als Überführung für den meist landwirtschaftlichen Verkehr oder als Zufahrt für die Hochhalde Schkopau soll erhalten bleiben. Es wird eine dauerhafte Überführung hergestellt (vgl. Band B4).

Weitere Details sind dem Band B1 und den Fachplanungen Band B4 sowie Band B5 zu entnehmen. In der Abbildung 2.2 sind die Eisenbahnüberführung und die oberstromige Wegebrücke schematisch dargestellt.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse an der EÜ und der Wegebrücke wurden durch BuG drei Bohrungen (BK) mit einem Durchmesser von max. 219 mm, zwei Rammkernsondierungen (RKS) und fünf Schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt. Die maximale Aufschlusstiefe beträgt 20 m (B8 Anl3.1).

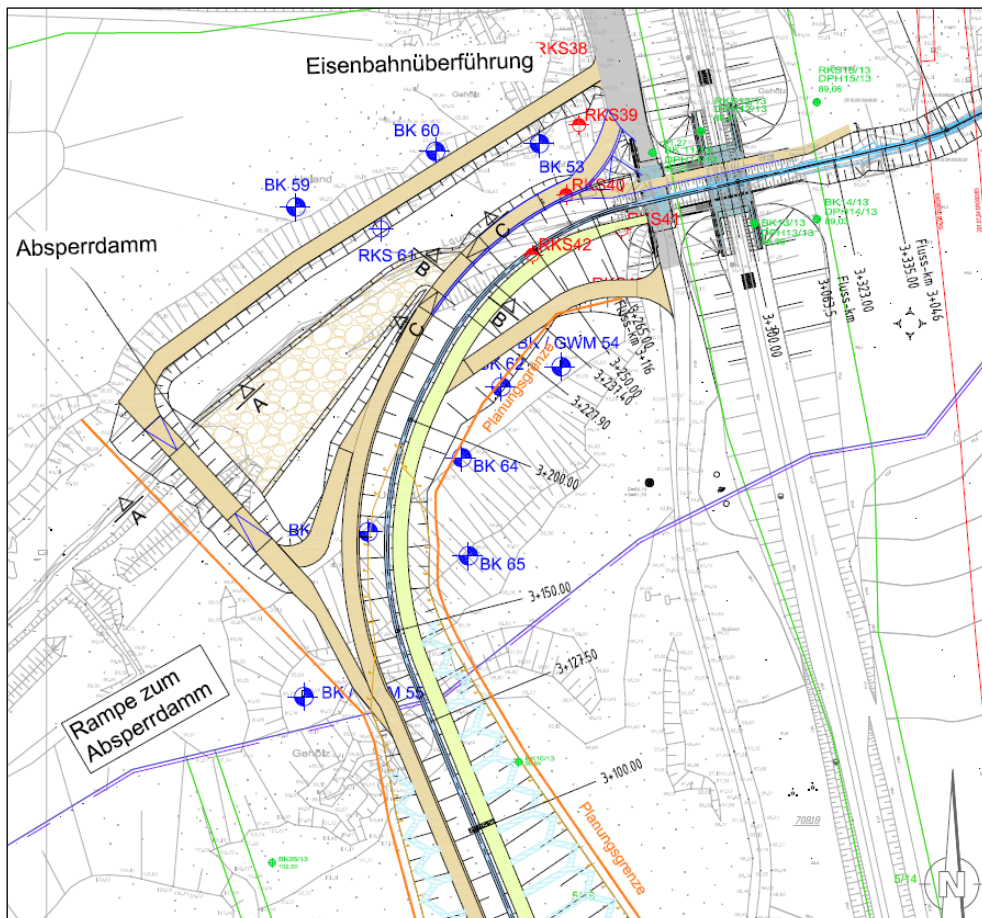


Abbildung 2.2: Eisenbahnüberführung mit Wegebrücke; schematisch (B8 Anl3.1)

2.2.3.2 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Die Geländehöhe liegt bei ca. 88 m bis ca. 91 m NHN. Das Niveau der Bahntrasse liegt ca. 7,0 m über dem Gelände bzw. bei ca. 98,3 m NHN. Der derzeitige Lauf der Laucha ist am Standort ca. 1,0 m in das Gelände eingeschnitten. Der Wasserspiegel der Laucha liegt bei ca. 87,5 m NHN.

Das Gelände im direkten Umfeld des Bauwerkes ist von unterschiedlicher Vegetation geprägt. Die Böschungen der Anschlussdämme an das bestehende Bauwerk sind ebenfalls mit Buschwerk bewachsen. Das Gelände östlich des Bauwerkstandortes ist Sumpfland.

2.2.3.3 Geologie und Baugrundverhältnisse

Der Standort ist ingenieurgeologisch schwachefrei. Gemäß dem geotechnischen Bericht von BuG (B8 Anl3.1) zur Bodenerkundung an der EÜ und analog der Wegebrücke wird der Schichtenaufbau in Tabelle 2.10 wie folgt beschrieben.

Tabelle 2.10: Baugrundaufbau im Bereich der Eisenbahnüberführung (B8 Anl3.1)

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Schicht-UK [m u GOK]	Bodenbeschreibung	
				Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1a ¹⁾	Auffüllung, Straßenunterbau	0,20 – 0,97 ¹⁾	0,20 – 0,97 ¹⁾	Kies, schwach schluffig, schwach sandig oder Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig	überwiegend dicht
1b	Auffüllung ²⁾	0,15 – 10,70 ³⁾ 3,20 – 6,90 ¹⁾	0,60 – 10,70 ³⁾ 3,90 – 7,30 ¹⁾	Grobsand, kiesig, (schwach) schluffig, ocker, hellbraun bis braun	locker bis mitteldicht
2a	Auelehm (Aueton/-sand)	>0,20 – 6,60 ³⁾ 0,10 – 1,20 ¹⁾	4,50 – 14,30 ³⁾ >5,00 – 7,40 ¹⁾	Schluff, tonig, schwach fein- und mittelsandig oder Sand, untergeordnet Kies schluffig, schwach tonig, braun, schwarzbraun, dunkelgraubraun	weich bis steif oder locker bis mitteldicht
2b	Flusskies ²⁾	0,60 – 0,80 ³⁾ 0,40 – 0,95 ¹⁾	6,70 – 14,90 ³⁾ 9,40 – 9,70 ¹⁾	Kies, sandig bis Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach steinig, ocker, braun bis grau-braun	mitteldicht
4a	Buntsandstein, zersetzt ²⁾	0,40 – 3,10 ³⁾ 1,00 – >5,30 ¹⁾	>6,0 – 19,20 ³⁾ 12,0 – > 15,0 ¹⁾	Ton, schluffig oder Ton, schluffig, stark sandig, hellgrau bis graubraun, graublau	steif bis halbfest
4b	Buntsandstein, verwittert ²⁾	>0,80 – >6,90 ³⁾ < 4,60 ¹⁾	> 20,0 ³⁾ > 15,0 ¹⁾	Sandstein oder Tonstein, schwach bis mäßig verwittert, stückig, klüftig mit tonigen Lagen grau, hellgrau, hellgraublau, dunkelgrau	–
¹⁾ Schichten und Schichtmächtigkeit im Bereich der Straßenbrücke Elisabethhöhe ²⁾ nicht in allen Aufschlüssen erkundet ³⁾ Schichtmächtigkeit im Bereich der Eisenbahnüberführung					

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des Bodenmaterials nach Eckpunktepapier haben ergeben, dass nach LAGA M 20 dem Auelehm und dem Flusskies je der Zuordnungswert Z2 und dem zersetzten Buntsandstein der Zuordnungswert Z.1.1 zugewiesen wird. Die Auffüllungen sind nach LAGA M 20 nicht mehr wiederverwendbar und müssen auf einer Deponie gelagert werden. Es gilt durch weitere Untersuchungen zu prüfen, ob die Auffüllungen den Anforderungen des aktuellen Änderungsbescheides mit Festsetzung der Zuordnungswerte zu den Altdeponien oder des Deponieabschnitts 4.5 der Hochhalde Schkopau (LVwA, 29.01.2014) gerecht werden. Demnach müssen die labortechnischen Parameter der einzelnen Proben mindestens die Anforderungen der Deponieklasse DK 0 genügen, wobei maximal 10 Parameter die Zuordnungswerte der DK II erreichen dürfen. Mit Ausnahme des Parameters Glühverlust, dessen Grenzwerte bei vier Proben nicht eingehalten werden konnten, unterschreiten alle anderen relevanten Parameter, die Grenzwerte der DK 0 deutlich. Mit Zustimmung der MDSE könnte das Aushubmaterial auf einer der Altdeponien der Hochhalde Schkopau in unmittelbarer Nähe zum Baufeld entsorgt werden, wobei der Parameter Glühverlust nochmals gesondert zu prüfen wäre (B8 Anl3.1).

2.2.3.4 Klassifizierung der Bodenkennwerte

Eine Klassifizierung für bautechnische Zwecke wurde hinreichend untersucht. Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren (Tabelle 2.11).

Tabelle 2.11: Bodenklassifizierung (B8 Anl3.1)

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Klassifizierung nach DIN 18196	Klassifizierung nach DIN 18300	Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtbarkeit ²⁾	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18301
1b	Auffüllung	A, [SU]/[SU*] [TL], (TM], [UL], UM]	3 – 4 ³⁾	F1 – F3	V1 – V3	BN1 – BN2 BB2
2a	Auelehm	TA, TL, UL, SU, U*		F1 – F2 F1 – F3	V3 bis nicht verdichtbar V1 – V2	BB2 – BB3 BN1 – BN2
2b	Flussskies	GI, GE, GW	3	F1	V1	BN1
4a	zersetzter Buntsand- stein	SE, SU, TL, TM, TA	3 4 5	F1 – F2 F3 F2	V1 V3 nicht verdichtbar	BN1 BB2 – BB3 BB3
4b	verwitterter Buntsand- stein	Sst, Tst ⁴⁾	6 – 7	-	-	FV1 – FV2 (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.						

Die charakteristischen Bodenkennwerte, die felsmechanischen Kennwerte sowie die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind im vorliegenden Baugrundgutachten mit umwelttechnischen Untersuchungen von BuG (B8 Anl3.1) ausführlich dargestellt.

2.2.3.5 Hydrogeologie/Grundwasser

Nach dem geotechnischen Bericht von BuG und den dazugehörigen Anlagen (B8 Anl3.1) ist für den Standort von temporären (bauzeitigen) Wasserständen von 90,0 m NHN auszugehen. Als Bemessungswasserstand ist 90,5 m NHN zu berücksichtigen.

Wasserproben wurden entnommen und auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Ergebnisse dieser Analysen stufen sowohl das Grundwasser als auch das Wasser der Laucha als mäßig betonangreifend (XA2) ein (siehe Anlage 4.2; B8 Anl3.1).

Dementsprechend wird empfohlen, die Verwendung von sulfatresistentem Zement, für mit Grund- oder Flusswasser in Berührung kommende Bauteile, einzuplanen.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter Stähle wird im Unterwasserbereich hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion als sehr gering eingeschätzt. Die Wahrscheinlichkeit der Flächenkorrosion ist ebenfalls sehr gering. An der Wasser-Luft-Grenze wird die Wahrscheinlichkeit für eine Mulden- oder Lochkorrosion als gering bis mittel und für Flächenkorrosion als sehr gering bis gering eingeschätzt (vgl. Anlage 4.3; B8 Anl3.1).

Für alle Bauteile die in die Auffüllungen bei der EÜ einbinden, ist planerisch eine starke Stahlaggressivität zu berücksichtigen (vgl. B8 Anl3.1).

Der anstehende Baugrund wurde auf Grundlage chemischer Analysen hinsichtlich seiner Aggressivität gegenüber nichtlegierten Stählen untersucht und nach DIN 50 929-3 bewertet sowie die Wasserdurchlässigkeiten der Baugrundsichten bestimmt (Tabelle 2.12). Die detaillierte Zusammenstellung der Ergebnisse kann aus den Anlagen 4.4 bis 4.6; B8 Anl3.1 entnommen werden.

Tabelle 2.12: Wasserdurchlässigkeiten und Aggressivität (B8 Anl3.1)

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Bestimmung	Bodenklasse ¹⁾
Eisenbahnüberführung (EÜ) mit Wegebrücke				
1b	Auffüllung	$2,8 \cdot 10^{-7} - 7,3 \cdot 10^{-5}$	aus Sieblinie nach Mailet/Paquant bzw. Beyer	II (aggressiv)
2a	Auelehm	$3,7 \cdot 10^{-5}$	aus Sieblinie nach Mailet/Paquant	II (aggressiv)
2b	Flusskies	$6,0 \cdot 10^{-5}$	aus Sieblinie nach Beyer	Ib (schwach aggressiv)
4a	zersetzter Buntsandstein	$1,1 \cdot 10^{-8} - 3,4 \cdot 10^{-5}$	aus Sieblinie nach Mailet/Paquant bzw. Beyer, und Pumpversuch in GWM 20/13	-
¹⁾ Die Analyseergebnisse sind den Anlagen 4.4 bzw. 4.6; B8 Anl3.1 zu entnehmen.				

2.2.3.6 Umwelttechnische Untersuchungen

Die angetroffenen Auffüllungen wurden zu Mischproben zusammengestellt und nach LAGA M 20 (Boden) bzw. nach den Vorgaben der Deponieverordnung/Zuordnungswerten der Hochhalde Schkopau untersucht. Die Zusammensetzung der Einzelproben zu den jeweiligen Mischproben kann der Anlage 4.1 in B8 Anl3.1 und die Prüfberichte der Anlage 4.6 in B8 Anl3.1 entnommen werden.

Für die EÜ ist die Entnahme von Einzelproben sowie die Herstellung von Mischproben (MP 33 bis MP 39) der Anlage 4.1; B8 Anl3.1 zu entnehmen. Die zugehörigen Prüfberichte können der Anlage 4.6; B8 Anl3.1 und der Tabelle 2.5-1; B8 Anl3.1 entnommen werden. Bis auf den Sandstein (Z 1.1) und Auffüllungen (>DK II) erfolgt eine Einstufung nach LAGA M 20 mit dem Zuordnungswert Z 2.

2.2.3.7 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. Der Standort liegt demnach auch im Frosteinwirkungsgebiet II nach Ril836.4101.

2.2.3.8 Gründung

Gemäß dem geotechnischen Bericht der BuG (B8 Anl1.3) ist sowohl eine Flachgründung in den tieferliegenden Schichten Flusskiese/Auesedimente als auch eine Tiefgründung in der Schicht verwitterter und zersetzter Buntsandstein möglich. Da für die Flachgründung anstehendes Bodenmaterial im hohen Umfang durch tragfähige Böden ausgetauscht werden muss und durch diese Art der Gründung hohe Bauwerkslasten nicht mehr wirtschaftlich abgetragen werden können, wird sich für eine Tiefgründung mittels Großbohrpfählen nach DIN EN 1536 entschieden. Die Festigkeits- und Expositionsclassen sowie Abmessungen sind dem Band B5 zu entnehmen.

Die Wasserhaltung erfolgt ähnlich der Aufteilung in Baustufen in 2 Phasen. Dabei umfasst Phase 1 die Herstellung der Eisenbahnüberführung und Phase 2 die Herstellung der Wegebrücke. Im Vorfeld ist es erforderlich, die Laucha bauzeitlich vor Verunreinigung zu schützen und den Zufluss in die Gründungsbereiche zu unterbinden. Auf Grund dessen werden gewässerseitig Spundwände eingebracht, die im Bereich der EÜ ebenfalls zur dauerhaften Sicherung von Geländesprüngen dienen sollen. Da diese zum Teil unter der Hilfsbrücke eingebracht werden müssen, ist die Spundwandhöhe auf maximal 8 m im Bereich der Hilfsbrücke begrenzt. Das Einbringen sollte mit einem Seitengreifer erfolgen. Weiterführend ist es erforderlich, die Laucha im Bauwerksbereich bauzeitlich zu verrohren. Zu diesem Zweck ist es vorgesehen, zwei Stahlrohre DN1000 im Bauwerksbereich zu verlegen und diese mit Erdreich abzudecken (vgl. B8 Anh3.1 und Band B5).

Der bauzeitliche Bemessungswasserstand wird gemäß dem geotechnischen Bericht (B8 Anl3.1) der BuG mit 90,00 m NHN angegeben. Diese Angabe berücksichtigt bereits einen wasserdichten Verbaukasten und eine mögliche Stauwirkung der Laucha am oberstromigen Rohreinlauf. Da sich die Gründungssohle der Pfahlkopfplatte für die EÜ mit 90,0 m NHN außerhalb des Grundwasserspiegels befindet, kann auf zusätzliche aufwendige Wasserhaltungsmaßnahmen in der ersten Bauphase verzichtet werden. Es erfolgt eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensumpf um temporär anfallendes Oberflächenwasser zeitnah abzuführen.

Für die Wegebrücke erfolgt die Gründung mittels Pfahlkopfplatte auf Grund örtlicher Gegebenheiten und baulicher Randbedingungen innerhalb des Grundwassers (Abgraben bis ca. 84,90 m NHN, 2. Arbeitsebene herstellen 90 m NHN etc.). Für die Errichtung der

2.2.4 Baugrunduntersuchungen Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ)

Die Straße, die von Elisabethhöhe zur Dow Olefinverbund GmbH führt, quert die Laucha. Zur Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit, der Gewässerunterhaltung unterhalb der Berme und der hydraulischen Leistungsfähigkeit ist die Errichtung eines neuen Brückenbauwerkes erforderlich.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse an der SÜ wurden durch BuG zwei Bohrungen (BK), zwei Rammkernsondierungen (RKS) und vier Schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt (Anlage 1; B8 Anl4.1).

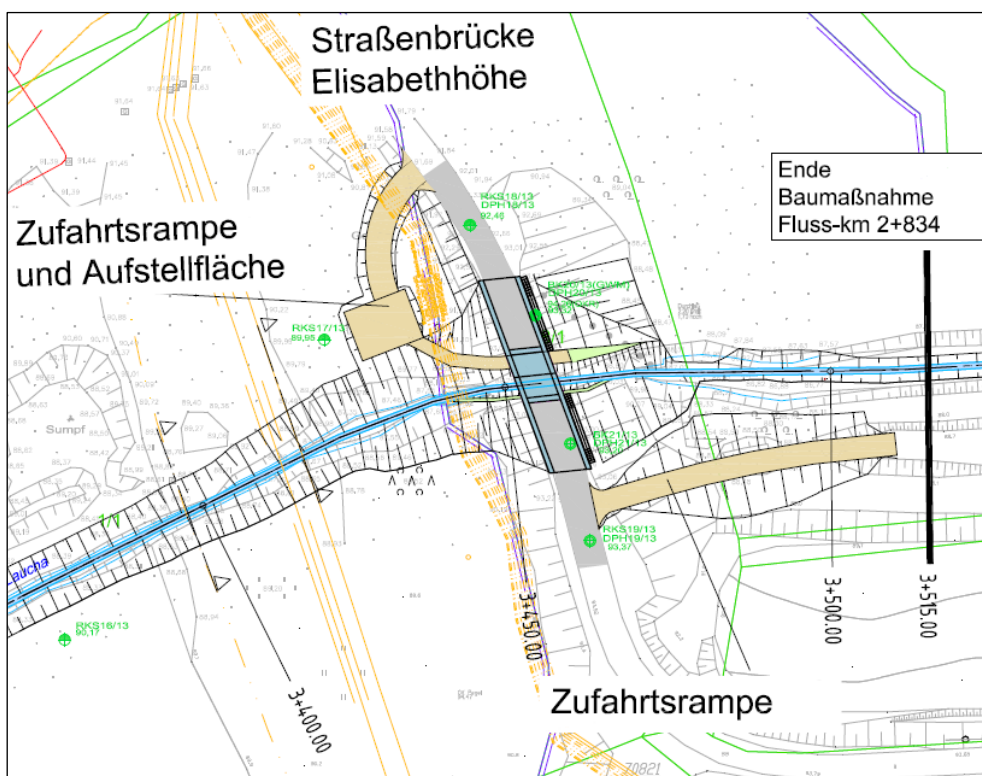


Abbildung 2.3: Straßenbrücke Elisabethhöhe; schematisch (B8 Anl4.1)

2.2.4.2 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Die Geländehöhe liegt bei ca. 88 m bis ca. 90 m NHN. Das Niveau der Bahntrasse liegt ca. 7,0 m über dem Gelände bzw. bei ca. 98,3 m NHN. Der derzeitige Lauf der Laucha ist am Standort ca. 1,0 m in das Gelände eingeschnitten. Der Wasserspiegel der Laucha liegt bei ca. 87,5 m NHN. Das Gelände im direkten Umfeld des Bauwerkes ist von unterschiedlicher Vegetation geprägt. Nach Westen wird der Baumbestand lichter und geht in Grasland mit einzelnen Sträuchern und kleinen Bäumen (Birken, Weiden, Buschwerk etc.) über. Die Böschungen der Anschlussdämme an das bestehende Bauwerk sind ebenfalls mit Buschwerk bewachsen. Das Gelände westlich des Bauwerkstandortes ist Sumpfland (B8 Anl4.1).

Neben der Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ) und dem beidseitig anschließenden Damm bilden westlich des Bauwerksstandortes bis zur Bahnlinie die Laucha querende Rohrleitungen (Gas- und Produktleitungen) und das rund 50 m nördlich des bestehenden Bauwerkes beginnende Gelände der ehemaligen Buna-Werke, insbesondere die Anlagen der Firma Dow die Nachbarbebauung.

2.2.4.3 Geologie und Baugrundverhältnisse

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 Auesedimente (Auelehm, Aueton, Auesand, Flussskies) zu erwarten. Sonst werden die Locker- und Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins von größermächtigen Auffüllungen überprägt. Der Standort ist ingenieurgeologisch schwächefrei.

2.2.4.4 Klassifizierung der Bodenkennwerte

Eine Klassifizierung für bautechnische Zwecke wurde hinreichend untersucht. Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren (Tabelle 2.13):

Tabelle 2.13: Bodenklassifizierung (B8 Anl4.1)

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Klassifizierung nach DIN 18196	Klassifizierung nach DIN 18300	Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtbarkeit ²⁾	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18301
1a	Auffüllung, Straßenunterbau	A, [SU], [SW], [GW]	3	F1 – F2	V1	BN1
1b	Auffüllung	A, [SU]/[SU*], [TL], [TM], [UL], [UM]	3 – 4 ³⁾ 4 ³⁾	F1 – F3 F3	V1 – V2 V3	BN1 – BN2 BB2

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Klassifizierung nach DIN 18196	Klassifizierung nach DIN 18300	Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtbarkeit ²⁾	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18301
2a	Auelehm	TA, TL, UL,	4 – 5 ³⁾	F2 – F3	V 3 bis nicht verdichtbar	BB2
		SU, SU*	3 – 4	F1 – F3	V2	BN1 – BN2
2b	Flussskies	GI, GE, GW	3	F1	V1	BN1
4a	zersetzter Buntsandstein	SE, SU, TL, TM, TA	3	F1 – F2	V1	BN1
			4	F3	V3	BB2 – BB3
			5	F2	nicht verdichtbar	BB3
4b	verwitterter Buntsandstein	Sandstein ⁴⁾	6 – 7	-	-	FV1 – FV2 (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						

Die charakteristischen Bodenkennwerte, die felsmechanischen Kennwerte sowie die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind im vorliegenden Baugrundgutachten mit umwelttechnischen Untersuchungen von BuG (B8 Anl4.1) ausführlich dargestellt.

2.2.4.5 Hydrogeologie/Grundwasser

Für den Standort ist von temporären Wasserständen von 90,0 m NHN auszugehen. Als Bemessungswasserstand ist 90,5 m NHN zu berücksichtigen.

Aus BK 20/13 und dem Lauf der Laucha wurde jeweils eine Wasserprobe entnommen und auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Ergebnisse dieser Analysen stufen das Grundwasser als schwach (XA 1) und das Wasser der Laucha als mäßig betonangreifend (XA2) ein.

Es wird empfohlen, für den Standort von Expositionsklasse XA 2 auszugehen und die Verwendung von sulfatresistentem Zement für mit Grund- oder Flusswasser in Berührung kommende Bauteile, einzuplanen (B8 Anl4.1).

Tabelle 2.14: Wasserdurchlässigkeiten und Aggressivität (B8 Anl4.1)

Bezeichnung	Durchlässigkeit kf [m/s]	Bestimmung	Bodenklasse ¹⁾
Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ)			
Auffüllung	$5,9 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-4}$	aus Sieblinie nach Maillet/Paquant	III (aggressiv)
Auffüllung	$1,0 \cdot 10^{-8} - 1,0 \cdot 10^{-3}$	geschätzt	III (aggressiv)
Auelehm	$1,8 \cdot 10^{-6} - < 1,0 \cdot 10^{-7}$	aus Sieblinie nach Maillet/Paquant	-
Flusskies	$3,7 \cdot 10^{-7} - 4,0 \cdot 10^{-5}$	aus Sieblinie nach Beyer	Ib (schwach aggressiv)
zersetzter Buntsandstein Sst, zers. Tst, zers.	$1,1 \cdot 10^{-8} - 3,4 \cdot 10^{-5}$ ca. $1,1 \cdot 10^{-11} - 1 \cdot 10^{-8}$	aus Sieblinie nach Maillet/Paquant bzw. Beyer, und Pumpversuch in GWM 20/13	-
Buntsandstein, verwittert	$1 \cdot 10^{-9}$ sandgefüllte Trennflächen z. Klüften $10^{-4} - 10^{-9}$	geschätzt	-
¹⁾ Die Analyseergebnisse sind den Anlagen 4.4 bzw. 4.6 in B8 Anl4.1 zu entnehmen.			

2.2.4.6 Umwelttechnische Untersuchungen

Die Kernstücke der bestehenden Asphaltierung aus den Aufschlüssen RKS 18/13 und RKS 19/13 und BK 20/13 wurden hinsichtlich PAK nach EPA untersucht. Eine Übersicht über die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen ist in B8 Anl4.1 zu finden. Der untersuchte Asphalt kann gemäß RuVA-StB 01 Verwertungsklasse A weiter verarbeitet werden.

Die gewonnenen Bodenproben wurden zu Mischproben (MP 1 bis MP 6) zusammengestellt und nach LAGA M 20 (Boden bzw. Bauschutt) untersucht. Die Zusammensetzung der Einzelproben ist der Unterlage B8 Anl4.1 zu entnehmen.

Für die SÜ ist die Entnahme von Einzelproben sowie die Herstellung von Mischproben (MP 1 bis MP 6) der Anlage 4.7; B8 Anl4.1 zu entnehmen. Die zugehörigen Prüfberichte können der Anlage 4.8; B8 Anl4.1 und der Tabelle 2.5-2; B8 Anl4.1 entnommen werden. Bis auf den Sandstein (Z 0), Auffüllungen und den Flusskies (>Z 2) erfolgt eine Einstufung nach LAGA M 20 mit den Zuordnungswerten Z 2.

2.2.4.7 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 (B8 Anl4.1).

2.2.4.8 Gründung

Die Gründungsebene liegt nach derzeitigem Planungsstand bei ca. 85,2 m NHN und damit in der Schicht Auelehm bzw. teilweise in den Auffüllungen. Als Gründungsschicht für eine Flachgründung wie sie in der derzeitigen Planung favorisiert ist, sind diese Schichten aber nicht geeignet.

Unter den Auelehmschichten folgen Flussskies (Schicht 2b) mit mittlerer Tragfähigkeit und die Buntsandsteinschichten (Schicht 4) mit mittlerer bis hoher Tragfähigkeit. Diese Schichten sind durchgängig ab ca. 83,93 m NHN und somit ca. 1,30 m unter der aktuellen Gründungssohle zu erwarten.

Das Planum von Verkehrsflächen zum Anschluss an das Brückenbauwerk wird in ca. 0,6 m unter GOK in den Auffüllungen (Schicht 1 b) erwartet. Je nach Belastungsklasse sind auf den als F 2 bis F 3 und F 3 eingestuften Böden im Planum 50 - 65 cm Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus einzuhalten. Mehr- oder Minderdicken nach RStO 12 Tab. 7 ergeben für den Standort eine Mehrdicke von +5 cm.

Das Vorhaben wird auf Grund der gegebenen Baugrundverhältnisse und der geringen Komplexität des Bauwerkes der geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN EN 1997-1 zugeordnet.

2.2.5 Sedimentuntersuchungen

Bei den vorbereiteten Untersuchungen zur Bestimmung der Sedimentmächtigkeit wurde an den vier Probenahmestellen mittels Peilstangensondierung erkundet (B8 Anl5.4). Die daraus folgenden Schlammmächtigkeiten sind in Tabelle 2.15 dargestellt:

Tabelle 2.15: Schlammmächtigkeiten am Probenahmepunkt (B8 Anl5.4)

Probenahmepunkt	S1 [in m]	S2 [in m]	S3 [in m]
P1	0,8	0,8	0,9
P2	0,9	0,6	0,65
P3	0,85	0,55	1,1
P4	>1,8	>1,8	>1,8

Aus der Laucha wurden dabei jeweils fünf Proben vom linken Uferbereich, fünf Proben vom rechten Uferbereich und fünf Proben direkt aus dem Gewässer entnommen. Die Probenahmebereiche wurden mittels GPS eingemessen. Dabei wurden nachfolgende Zuordnungswerte nach LAGA TR Boden festgestellt.

Tabelle 2.16: Zuordnungswerte nach LAGA M 20 Boden (B8 Anl5.4)

Probe	1B	2B	3B	4B	5B	1L	2L	3L	4L	5L	1R	2R	3R	4R	5R
Zuordnung	>Z2	>Z2	>Z2	>Z2	>Z2	>Z2	Z2	>Z2	>Z2	>Z2	Z2	>Z2	Z2	Z2	>Z2
	Die Zuordnungswerte resultieren aus den Gehalten an Quecksilber im Feststoff, die bis zu 400 mg/kg betragen.					Die Zuordnungswerte mit überwiegend >Z2 resultieren aus den Gehalten an Quecksilber und Kohlenstoff im Feststoff sowie aus den Sulfatgehalten und Leitfähigkeiten im Eluat.					Die Zuordnungswerte mit überwiegend Z2 resultieren aus den Gehalten an Quecksilber und Kohlenstoff im Feststoff sowie aus den Sulfat- und Chloridgehalten im Eluat.				

Somit bleibt festzustellen, dass sowohl die Proben unmittelbar aus dem Gewässer als auch an beiden Uferbereichen Zuordnungswerte nach LAGA M 20 für Boden mindestens Z2 bzw. >Z2 aufweisen (Tabelle 2.16). Die Ursache für den Zuordnungswert sowohl im Gewässersediment als auch im Uferbereich ist meist der Parameter Quecksilber. Dies geht auch aus den Untersuchungen der Analysen (B8 Anl5.4) hervor.

Mit Schreiben vom 14.03.2012 stellt der Landkreis Saalekreis – Untere Wasserbehörde fest: „Einer Ablagerung der Sedimente im Uferbereich kann wasserrechtlich nur zugestimmt werden, wenn die von der unteren Abfallwirtschaft- und Bodenschutzbehörde nachgeforderte Sedimentbeprobung die Z0-Werte der LAGA-Richtlinie einhalten.“ Unter Beachtung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist daher eine Ablagerung der gehobenen Gewässersedimente auf dem Ufer nicht möglich, da die Zuordnungswerte nach LAGA M 20 ausnahmslos Z2 bzw. >Z2 sind.

Bei Untersuchungen der Proben von AUD von 2013 zieht man die bestimmten Werte für die Einordnung in die Deponieverordnung heran, so kommt man zu folgendem Ergebnis (B8 Anl5.4).

Tabelle 2.17: Auswertung der AUD-Untersuchung hinsichtlich Einordnung DepV (B8 Anl5.4)

Probe	Einordnung	Bemerkung
Probe 1B	DK III DK III	TOC-Gehalt Quecksilber
Probe 2B	DK II	TOC-Gehalt
Probe 3B	DK II	TOC-Gehalt
Probe 4B	DK III	TOC-Gehalt
Probe 5B	DK III	TOC-Gehalt

3 Zusammenfassung

Der erkundete Baugrund ist auf Grund der Länge des Bauvorhabens und dessen Erstreckung über verschiedene geomorphologische Formen differenziert beschaffen und dementsprechend zu bewerten. Generell sind zwei Haupttypen des Baugrundes auszuhalten. Zum einen die Tallagen mit den rezenten-tertiären Sedimenten und zum anderen die Hochlagen und deren Flanken mit dem zersetzten/verwitterten Buntsandstein und lokal auflagernden pleistozänen Resten.

Für die Anlage der Flusstrasse und Herstellung der Einschnitt-Böschungen sind beide Haupttypen unter Beachtung der schichttypischen Scherfestigkeiten und charakteristischen Kennwerte prinzipiell geeignet. Besonderes Augenmerk ist beim Einschnitt im zersetzten/ verwitterten Buntsandstein auf die teilweise gespannte Grundwasserführung bis zu ~8 m oberhalb des neuen Lauchabettes und die erschwerte Gewinnung des „Festgesteins mit überwiegendem Lockergesteinscharakter“ zu legen. Auch in den rezenten-tertiären Sedimenten der Niederungen gelten die hydrogeologischen Verhältnisse als erschwerend. Auf Grund der Grundwasserführung abzuböschender Schichten sind im Einschnitt jeweils geeignete Systeme zur schadlosen Fassung und Ableitung des zufließenden Grundwassers vorzusehen. Die Standsicherheit der Böschungen und Böschungssysteme ist unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Bedingungen und dem (Erd-)Bauwerk des Bahndammes nachzuweisen.

Die Tragfähigkeit der Schichten im potentiellen Planumsniveau der Unterhaltungswege ist ebenfalls differenziert zu beurteilen. In der Laucha-Niederung werden stark feuchte bis wassergesättigte, überwiegend feinkörnige Sedimente der Schichten 1c, 2a und 2c/2e (allg. Auffüllungen, Oberboden, Auelehm/-mergel/-ton) den maßgebenden Untergrund bilden.

Die genannten Schichten sind staunässehaltend, stark wasser-/frostepfindlich, unkonsolidiert sowie z. T. organisch und (gespanntes) Grundwasser führend und deshalb in der Summe ihrer Eigenschaft nicht oder nur sehr begrenzt tragfähig. In diesem Abschnitt sind zwingend Maßnahmen zur Herstellung eines fachgerechten, tragfähigen Unterbaus/ Planums notwendig.

Es ist aus dem jetzt planerisch bearbeiteten Bereich mit rund 7.000 m³ an konditionierten Schlämmen zu rechnen, sofern keine Vorentwässerung vorgenommen wird. Mit Vorentwässerung können aber im best-case-Fall auf eine Konditionierung verzichtet und auch nur 2.200 m³, vorzugsweise auf der Hochhalde Schkopau, entsorgt werden.

Es wird empfohlen, nach der Entnahme und Konditionierung der Materialien (stichfest machen) diese abschnittsweise zu beproben und die Einordnung zu überprüfen. Nach unserer Auffassung reichen dazu bestimmte Leitparameter, wie Quecksilber, ggf. Sulfat und TOC aus. Eine Abstimmung mit den zuständigen Genehmigungsbehörden erfolgt zum gegebenen Zeitpunkt (B8 Anl5.4).

Die Gehalte an Schwermetall-Schadstoffen, insbesondere an Quecksilber sind augenscheinlich zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterworfen. Dies hängt vermutlich vom laufenden Sedimenttransport ab. Bis auf eine Ausnahme (Probe 1B, Untersuchung AUD

2013) liegt der Quecksilbergehalt aber im Rahmen der PK 2 der Hochhalde Schkopau. Die gefundenen BTEX-Gehalte halten wir für nicht plausibel. Eine aktuelle Beprobung zur Validierung wird vor Maßnahmenumsetzung vorgesehen (B8 Anl5.4).

Die Baugrundverhältnisse im Flusstrassenverlauf wurden durch das IB Klein (siehe B8 Anl1.1, B8 Anl5.1), ergänzend durch GGU (siehe B8 Anl1.2.2), sowie nachträglich durch BuG (siehe B8 Anl1.3) untersucht. Nach den einzelnen geotechnischen Berichten und deren Anlagen ist der Bereich des Flusstrassenverlaufes ausreichend untersucht worden und für die weiteren Planungen verwendbar. Diese gingen in den Band B2 (Technische Planung des Trassenverlaufes) mit ein.

Der Baugrund im Bereich der Straßenbrücke bei Knapendorf wurde durch das IB Klein (siehe B8 Anl2.1) und ergänzend durch GGU (siehe B8 Anl2.2) untersucht. Nach den einzelnen geotechnischen Berichten und deren Anlagen ist der Bereich der v. g. Straßenbrücke ausreichend untersucht worden und für die weiteren Planungen (siehe Band B3) verwendbar.

Den einzelnen geotechnischen Berichten und deren Anlagen folgend hat BuG (vgl. B8 Anl1.3, B8 Anl3.1 und B8 Anl4.1) den Baugrund im Bereich der Flusstrasse und des Einzelbauwerkes Wegebrücke, Eisenbahnüberführung (EÜ) sowie des Einzelbauwerkes Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ) ausreichend untersucht. Die Ergebnisse sind in den Bänden B4, B5 und B7 der Antragsunterlage für die Wegebrücke, die EÜ und SÜ eingeflossen.

Die Baugrundverhältnisse im Bereich des Absperrbauwerkes wurden durch das Ingenieurbüro IB Klein (siehe B8 Anl5.3) und ergänzend durch GGU (siehe B8 Anl5.2) ausreichend untersucht und in den Band B2 integriert.

Tabelle 3.1 Bevorzugte Gründungsempfehlungen

Bauwerke	Bevorzugte Gründungsart
Straßenbrücke Knapendorf	Nach neuer Bewertung ergibt sich als Vorzugslösung für die weitere Planung als Tragkonstruktion ein Rahmenbauwerk mit Tiefgründung mittels Bohrpfählen (Band B3).
Eisenbahnüberführung (EÜ)	Tiefgründung mittels OLA-Masten als Rammpfahlgründungen nach DIN EN 1536 - tiefgegründeter Stahlbeton - Halbrahmen (Band B5)
Straßenbrücke Elisabethhöhe (SÜ)	Straßenbrücke als Stahlbeton-Halbrahmen mit Tiefgründung (Band B7)
Absperrdamm	Für das Absperrbauwerk ist ein Erddamm mit einer Abdichtung aus Spundwänden geplant (Band B2).