

**Gutachten über
Baugrund- und Tragfähigkeitsverhältnisse**

Objekt: B 92 – Ausbau nördlich Adorf
Baugrundgutachten

Auftraggeber: Straßenbauamt Plauen
Weststraße 73
08523 Plauen

Auftragnehmer: GEO-ANALYTIK GmbH
Stützengrüner Straße 2
08304 Schönheide

Sachgebiet: Baugrund

Projekt-Nr.: 18-040

Bearbeiter: Dipl.-Geophysiker Lutz Voitke

Ort und Datum des Gutachtens: Schönheide, den 21.11.2019

GEO-ANALYTIK GmbH
Stützengrüner Straße 2
08304 Schönheide
B. König
Geschäftsführerin
Telefon 03 77 55 / 40 85

Dieses Gutachten enthält 56 Seiten und 11 Anlagen.

	Seite
Anlagenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	6
2 Unterlagen	6
3 Vorliegender Kenntnisstand	8
3.1 Topografische Situation und regionale Einordnungen	8
3.2 Geologische Situation	8
3.3 Angaben zur Bauplanung	10
4 Aufschlussarbeiten und Laborarbeiten	12
4.1 Bohrungen	12
4.2 Kleinrammbohrungen	13
4.3 Rammsondierungen	14
4.4 Schurfarbeiten / Plattendruckversuche	14
4.5 Kernbohrungen Asphalt	15
4.6 Aufnahme natürlicher Aufschlüsse im Phyllit	15
4.7 Entnahme Felsproben	15
4.8 Radiometrische Untersuchungen	16
4.9 Laboruntersuchungen	16
4.9.1 Petrophysikalische Untersuchungen	16
4.9.2 LAGA-Untersuchungen	17
4.9.3 Asphaltuntersuchung	18
4.9.4 Betonangreifende Inhaltsstoffe	18
4.9.5 Abrasivitäts-Index	18
4.9.6 einaxiale Druckfestigkeit	18
5 Ergebnisse	19
5.1 Ergebnisse der radiometrischen Untersuchung	19
5.2 Laborergebnisse	19
5.2.1 Petrographische Untersuchungen	19
5.2.2 Untersuchung Asphalt	27
5.2.3 Ergebnisse LAGA-Untersuchung	28
5.2.4 Abrasivitäts-Index / einaxiale Druckfestigkeit	31
5.2.5 Untersuchung auf betonangreifende Inhaltsstoffe	32
5.3 B 92, vorhandener Ober- und Unterbau	32
5.3.1 Beschreibung des Fahrbahnaufbaus	32
5.3.2 Asphalt	33
5.3.3 Ungebundener Oberbau	33
5.4 Oberbauschichten im Bereich des Zufahrtsweges zur Kleingartenanlage	34
5.4.1 Beschreibung des Wegeaufbaus	34
5.4.2 Tragfähigkeit / Ergebnisse Plattendruckversuche	35
5.5 Baugrundsichtung – Allgemeine Beschreibung der Baugrundverhältnisse	36
5.6 Baugrundmodell, Klassifikationen und Kennwerte	43

5.6.1	Grundlagen und Normen der Einstufung	43
5.6.2	Klassifikationen und Kennwerte	44
6	Schlussfolgerungen für die Bauplanung	47
6.1	Grundhafter Ausbau	47
6.1.1	Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus	47
6.1.2	Tragfähigkeit des Erdplanums	48
6.1.3	Einbaufähigkeit der Aushubmassen	49
6.2	Hinweise für die Böschungsgestaltung	50
6.2.1	Rutschungsbereich um km 0+150	51
6.2.2	BW 01, hangseitige Böschungssicherung, km 0+249	51
6.2.3	BW 02, hangseitige Böschungssicherung, km 0+368	52
6.2.4	BW 03, KBE, km 0+682	53
6.2.5	BW 04, KBE, km 0+782	53
6.2.6	BW 05, Gabionenstützwand, km 0+799	54
6.2.7	BW 06, Böschungssicherung, km 0+834	55
6.2.8	BW 07, Böschungssicherung, km 1+093	55
6.3	Sonstige Hinweise zum Erd- und Grundbau	56

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Blatt 1	Topographische Übersichtskarte, 1:25.000,
Anlage 1 Blatt 2	Geologische Übersichtskarte, 1:25.000,
Anlage 1 Blatt 3a	Lageplan der Mess- und Aufschlusspunkte, Stand 07/2007, 1:1.000,
Anlage 1 Blatt 3b	Lageplan der Mess- und Aufschlusspunkte, Stand 07/2007, 1:1.000,
Anlage 1 Blatt 4a	Lageplan der Aufschlusspunkte, km -0+100 ... km 0+710, 1:1.000,
Anlage 1 Blatt 4b	Lageplan der Aufschlusspunkte, km 0+450 ... km 1+240, 1:1.000,
Anlage 1 Blatt 5a	Lageplan der Aufschlusspunkte im Bezug zum geplanten Ausbau, km -0+100 ... km 0+710, 1:1.000,
Anlage 1 Blatt 5b	Lageplan der Aufschlusspunkte im Bezug zum geplanten Ausbau, km 0+450 ... km 1+240, 1:1.000,
Anlage 2 Blatt 1 – 14	Bohrungen B 1 – B 14 (2007), Bohrprofile / Schichtentabellen / Fotodokumentation, Sondierdiagramme Rammsondierungen, 1:100
Anlage 2 Blatt 15 – 24	Schürfe SCH 1 – SCH 10 (2007), Schurfprofile / Schichtentabellen / Fotodokumentation, 1:50
Anlage 2 Blatt 25 – 32	Kleinrammbohrungen BS 1 – BS 8 (2007), Bohrprofile / Schichtentabellen, Sondierdiagramme Rammsondierungen, 1:50
Anlage 2 Blatt 33 – 36	Kernbohrungen KB 1 – KB 4 (2007), Bohrprofile / Schichtentabellen, 1:20
Anlage 2 Blatt 37 – 64	Kleinrammbohrungen BS der Profile A1 bis A 13 (2018), Bohrprofile / Schichtentabellen, 1:100
Anlage 2 Blatt 65 – 67	Schürfe SCH 1 – SCH 3 der Profile A12 bis A 14 (2018), Schurfprofile / Schichtentabellen / Fotodokumentation, 1:25
Anlage 2 Blatt 68 – 69	Kleinrammbohrungen Deponie BS 1 und Deponie BS 2 (2018), Bohrprofile / Schichtentabellen, 1:100
Anlage 3	Baugrundquerschnitte, 1:100
Anlage 3 Blatt 1	Querprofil 1, Station km -0+046,05
Anlage 3 Blatt 2	Querprofil 2, Station km -0+003,03
Anlage 3 Blatt 3	Querprofil 3, Station km 0+038,95
Anlage 3 Blatt 4	Querprofil 4, Station km 0+095,38
Anlage 3 Blatt 5	Querprofil 5, Station km 0+150,00
Anlage 3 Blatt 6	Querprofil 6, Station km 0+242,50
Anlage 3 Blatt 7	Querprofil 7, Station km 0+298,30
Anlage 3 Blatt 8	Querprofil 8, Station km 0+344,60
Anlage 3 Blatt 9	Querprofil 9, Station km 0+505,35
Anlage 3 Blatt 10	Querprofil 10, Station km 0+619,90
Anlage 3 Blatt 11	Querprofil 11, Station km 0+664,73
Anlage 3 Blatt 12	Querprofil 12, Station km 0+708,50
Anlage 3 Blatt 13	Querprofil 13, Station km 0+770,00

Anlage 3 Blatt 14	Querprofil 14, Station km 0+791,13
Anlage 3 Blatt 15	Querprofil 15, Station km 0+820,00
Anlage 3 Blatt 16	Querprofil 16, Station km 0+858,30
Anlage 3 Blatt 17	Querprofil 17, Station km 0+915,90
Anlage 3 Blatt 18	Querprofil 18, Station km 0+956,80
Anlage 3 Blatt 19	Querprofil 19, Station km 1+005,90
Anlage 3 Blatt 20	Querprofil 20, Station km 1+064,44
Anlage 3 Blatt 21	Querprofil 21, Station km 1+104,90
Anlage 3 Blatt 22	Querprofil 22, Station km 1+154,83
Anlage 3 Blatt 23	Querprofil 23, Waldweg Station km 0+035,00
Anlage 3 Blatt 24	Querprofil 24, Waldweg Station km 0+085,00
Anlage 3 Blatt 25	Querprofil 25, Waldweg Station km 0+580,00
Anlage 3 Blatt 26	Querprofil 26, Waldweg Station km 0+780,00
Anlage 3 Blatt 27	Querprofil 27, Waldweg Station km 0+972,786
Anlage 4 Blatt 1 – 13	Laborergebnisse (2007), Korngrößenverteilungen, Proctorversuche
Anlage 4 Blatt 14 – 25	Laborergebnisse (2018), Korngrößenverteilungen, Konsistenzgrenzen
Anlage 5 Blatt 1 – 41	chemische Laboruntersuchungen (05/2007 – 08/2008)
Anlage 5 Blatt 1 – 21	Laborergebnisse, LAGA – Untersuchungen
Anlage 5 Blatt 22 – 41	Laborergebnisse, Asphalt – Untersuchungen
Anlage 5 Blatt 42 – 87	chemische Laboruntersuchungen (08/2018 – 01/2019)
Anlage 5 Blatt 42 – 73	Laborergebnisse, LAGA – Untersuchungen
Anlage 5 Blatt 74 – 83	ergänzende Untersuchung nach Deponieverordnung
Anlage 5 Blatt 84 – 87	Laborergebnisse, LAGA – Untersuchungen
Anlage 6	Ergebnisse Plattendruckversuche
Anlage 7	Ergebnisse ODL-Messung
Anlage 8 Blatt 1 – 4	Ergebnisse der Gamma- Bohrlochmessung (2007)
Anlage 8 Blatt 5 – 14	Ergebnisse der Gamma-Bohrlochmessung (2018)
Anlage 9	Bohrungen B1 – B14, primäre Schichtenverzeichnisse, Grimm Geotestbohrtechnik
Anlage 10	Laborergebnisse, betonangreifende Inhaltsstoffe
Anlage 11 Blatt 1 – 6	Laborergebnisse, Abrasivitäts-Index
Anlage 11 Blatt 7	Laborergebnisse, einachsige Druckfestigkeit

1 Aufgabenstellung

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Plauen (LASuV) plant den Ausbau der B 92 nördlich Adorf. Die Länge des Ausbaubereiches beträgt ca. 1,3 km. Dabei ist auf einem Teilabschnitt die Verbreiterung auf eine 3-streifige Fahrbahn mit einer parallel verlaufenden Anliegerstraße geplant. Hierzu wurde im Jahr 2007 eine Baugrunduntersuchung durchgeführt und ein Baugrundgutachten vorgelegt (U32).

Im Zuge der Fortschreibung der Planung waren Änderungen im Hinblick auf den Ausbau der Fahrbahn, die Gradienten, den Ausbau des angrenzenden Wegesystems und die Bauwerke erfolgt, die ergänzende Untersuchungen erforderten. Zudem mussten die Unterlagen an die neuen Regelwerke angepasst werden.

Die GEO-ANALYTIK GmbH wurde auf der Grundlage des Angebotes 08-040 vom 24.05.2018 durch das LASuV Plauen mit der Durchführung einer ergänzenden Baugrunduntersuchung und der Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen von 2007 und 2018 in einem Baugrundgutachten beauftragt (U1, U2).

2 Unterlagen

- (U1) Angebot Baugrundgutachten, Angebot Nr. 08-040, GEO-ANALYTIK GmbH, Schönheide, 24.05.2018.
- (U2) Vertrag 22-L705-07, LaSuV, NL Plauen, Plauen, 06.06.18.
- (U3) Geologische Karte von Adorf, 1 : 25.000, Blatt- Nr. 5639, 1929.
- (U4) Topographische Karte, 1 : 25.000, Blatt Oelsnitz, Blatt – Nr. M-33-49-C-d, Landesvermessungsamt Sachsen, 1991.
- (U5) Topographische Karte, 1 : 25.000, Blatt Schöneck (Vogtland), Blatt – Nr. M-33-49-D-c, Landesvermessungsamt Sachsen, 1991.
- (U6) Topographische Karte, 1 : 25.000, Blatt Bad Elster, Blatt – Nr. M-33-61-A-b, Landesvermessungsamt Sachsen, 1991.
- (U7) Topographische Karte, 1 : 25.000, Blatt Markneukirchen, Blatt – Nr. M-33-61-B-a, Landesvermessungsamt Sachsen, 1991.
- (U8) Lage- und Höhenplan, Querschnitte, Auszug aus Planungsunterlagen, Praxl & Partner, 03/2007.
- (U9) Übersicht Stützwände, Bechert + Partner, Ing.-Büro für Bauwesen, Dresden, 07/2007.
- (U10) Ergebnisse der Asphalt-Untersuchungen, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 05/2007.
- (U11) Ergebnisse der LAGA-Untersuchungen, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 08/2007.
- (U12) WIEDERSPAHN, M.; Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht, Heft Nr. 15 der Schriftenreihe des BDG, Bonn, 1997.
- (U13) BRANDECKER, H.: Die Gestaltung von Böschungen in Lockermassen und im Fels, Forschungsberichte der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein, H3/1971.
- (U14) OU Freiberg, Baugrundgutachten 02-063, GEO-ANALYTIK GmbH, Schönheide, 17.03.2003.

- (U15) OU Freiberg, Baugrundgutachten 03-099, GEO-ANALYTIK GmbH, Schönheide, 29.06.2004.
- (U16) OU Freiberg, B92, Ausbau Knotenpunkt S 309 / K 7842, ergänzende Baugrunduntersuchung, Projekt 06-082, GEO-ANALYTIK GmbH, Schönheide, 19.12.2006.
- (U17) Schichtenverzeichnisse Bohrungen, Grimm Geotestbohrtechnik, Hohenstein-Ernstthal, 06/2007.
- (U18) OSTERMAYER, H.; Verpressanker, Grundbau-Taschenbuch, Seite 161 – 171, 1991.
- (U19) Geologische Karte des Erzgebirges und Vogtlandes, 1:100.000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2. Auflage, Freiberg, 1995.
- (U20) Pietzsch, Abriss der Geologie von Sachsen, Volk und Wissen, Berlin, 1951.
- (U21) Hydrogeologische Karte, Blatt 1406-3/4 und 1506-1/2, Blatt Plauen Süd – Klingenthal, ZGI Berlin, 1985.
- (U22) Aufgabenstellung zur Ergänzenden Baugrunduntersuchung, Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Plauen, 29.01.2018.
- (U23) Lage- und Höhenpläne, Querschnitte, Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH, Plauen, 10/2018.
- (U24) Lageplan Vorzugsvariante zur Voruntersuchung, Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH, Plauen, 15.12.2017.
- (U25) Übersichtskarte, Auszug Netzknotenkarte, 1:100.000, 10.10.2012.
- (U26) Protokoll Nr. 14 zur Beratung zur Baugrunduntersuchung, Ingenieurgemeinschaft WTU GmbH, Plauen, 16.03.2018.
- (U27) Ergebnisse der LAGA-Untersuchungen, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 10/2018.
- (U28) Ergebnisse der Untersuchung Deponieverordnung, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 11/2018.
- (U29) Ergebnisse der Untersuchung DIN 4030, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 09/2018.
- (U30) Ergebnisse der Untersuchung des Abrasivitäts-Index, Geotechnik Labor der Hochschule Dresden, Dresden, 10/2018.
- (U31) Ergebnisse der Untersuchung einachsige Druckfestigkeit, Baustofflabor der Hochschule Dresden, Dresden, 10/2018.
- (U32) B 92 – Ausbau nördlich Adorf, Baugrundgutachten Nr. 07-010, Geo-Analytik GmbH, Schönheide, 17.09.2007.
- (U33) B 92 – Ausbau nördlich Adorf, BW 5 (Winkelstützwand), 1. Nachtrag Baugrundgutachten Nr. 07-010, Bemessungsgrößen Verpressanker, Geo-Analytik GmbH, Schönheide, 04.09.12.
- (U34) OU Freiberg, B92, Ausbau Knotenpunkt S 309 / K 7842, BW 1 – Brücke über den Tetterweinbach, Baugrundgutachten Nr. 10-096a, GEO-ANALYTIK GmbH, Schönheide, 30.09.2010.
- (U35) Geochemische Übersichtskarten, Freistaat Sachsen, interaktive Karte LfULG, 2019.
- (U36) Hintergrundwerte für sächsische Böden, Angaben für Stoffgehalte differenziert nach Substrat, Nutzung, Horizont, LfULG, 2015.

3 Vorliegender Kenntnisstand

3.1 Topografische Situation und regionale Einordnungen

Der geplante Ausbauabschnitt der Bundesstraße B 92 befindet sich nördlich der Stadt Adorf im Vogtland. Die Verkehrsstrasse verläuft in Richtung NNW im unteren Bereich eines Hanges am westlichen Talrand der Weißen Elster (vgl. Anlage 1.1). Der Ausbauabschnitt schließt an den im Zuge des geplanten Ausbaus der S309 bereits erkundeten Abschnitt der B 92 an (U16).

Der Baubeginn liegt südlich des durch den Tettersweinbach ausgeformten Taleinschnitts. Die Entfernung zur Elster variiert zwischen ca. 150 m im nördlichen Teil (km 0+100) und minimal 20 m im südlichen Teil des Ausbauabschnittes (km 0+960).

Der Hangbereich ist größtenteils bewaldet. Nur im Abschnitt km 0+580 – km 0+820 ist oberhalb des Anliegerweges eine Bebauung vorhanden (Kleingärten, Wohnhaus).

Die Geländehöhe entlang der Straße steigt ausgehend von 432,5 m DHHN92 auf ca. 452,3 m DHHN92 bei km 0+400. Anschließend nimmt die Höhe bis zum km 0+980 auf einen Wert von 444,75 m DHHN92 ab. Bis zum Bauende steigt im weiteren Verlauf die Höhe nur geringfügig auf einen Wert von 447,2 m DHHN92 an.

Der Talbereich der Weißen Elster weist eine Geländehöhe von ca. 430 m DHHN92 (Bauanfang) bis 437 m DHHN92 (Bauende) auf.

Nach der regionalen Gliederung des Bundesgebietes in Frosteinwirkungszonen gemäß BMV ARS 32/96 befindet sich das Baufeld in der Einwirkungszone III. Nach der regionalen Gliederung des Bundesgebietes der nach DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 liegt die Verkehrsstrasse in der Erdbebenzone 1 und der Untergrund ist der Untergrundklasse R zuzuordnen.

3.2 Geologische Situation

Adorf liegt innerhalb des vogtländischen Schiefergebirges.

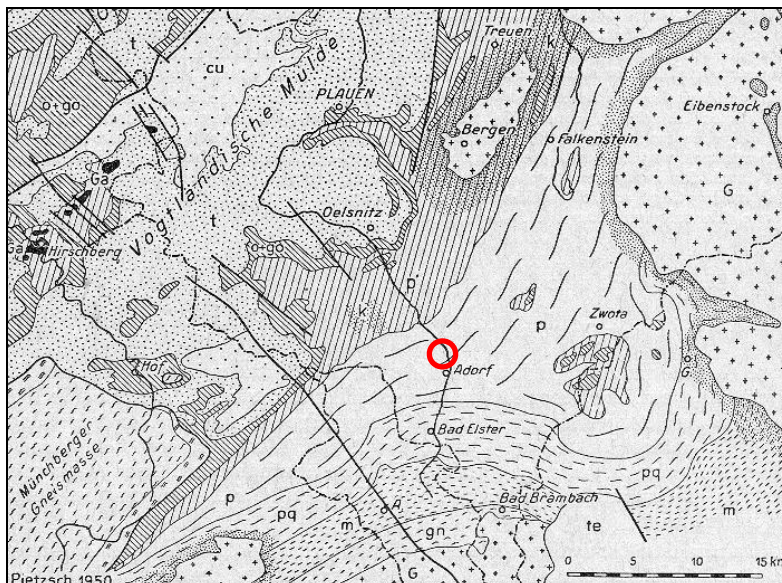


Abb. 1

Auszug aus geologischer Übersichtskarte des Vogtlandes (U20)

G ... Granit

p ... tonschieferähnliche Phyllite

pq ... glimmeriger Phyllit

p ... Glimmerschiefer

gn ... Gneis

p' ... Phycodenschiefer

t ... Devon

Den Festgesteinsuntergrund bilden die früher als tonschieferähnliche Phyllite bezeichneten Gesteine bzw. im südlichen Abschnitt der „nachträglich gerötete Phyllit“ (vgl. Anlage 1.2). Die Phyllite werden heute als Schluffphyllite stratigraphisch in die Schwarzbunger Serie (Ordovizium) gestellt, wobei eine Zuordnung zum oberen Teil der Frauenbach – Folge (nördlicher Teil des Untersuchungsabschnitts, OFR2 – quarzitstreifenarme Schluffphyllite) bzw. zum unteren Teil der Frauenbach – Folge (südlicher Teil des Untersuchungsabschnitts, OFR1 – quarzitstreifige Schluffphyllite) vorgenommen wird (U19). Im südlichen Teilabschnitt können außerdem Einlagerungen von Nephelinbasalt auftreten.



Abb. 2

Auszug aus geologischer Karte Erzgebirge/Vogtland (U19)

Phycoden-Folge

Oph ... Metapelite, wechselnd bändrig

Frauenbach – Folge, oberer Teil

OFR2 ... Schluffphyllit, quarzitstreifenarm

Frauenbach – Folge, unterer Teil

OFR1 ... Schluffphyllit, quarzitstreifig

Bei den Schiefen handelt es sich um glimmerschieferartige, quarzitstreifenarme bzw. quarzitstreifige Schluffphyllite. In U4 wird für den Schluffphyllit nördlich von Freiberg ein Einfallen der Schieferungsflächen von 20 ° - 50 ° in nordwestlicher bis nördlicher Richtung angegeben. Nördlich von Adorf wird ein Einfallwinkel von 50° - 70° in nordwestlicher Richtung ausgewiesen.

Das ganze Gebiet ist intensiv verfaltet und daher von zahlreichen tektonischen Störungen durchzogen. Der Festgesteinsuntergrund wird an den Berghängen von Solifluktionssböden (Gehängelehm / Hangschutt) überdeckt, wobei die Mächtigkeiten dieser Lockerbedeckung in Abhängigkeit von der Morphologie des Geländes sehr variabel sind.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet werden von den zwei geologischen Teilkomplexen bestimmt:

- **Schiefergebirge als Kluftgrundwasserleiter**
- **Deckgebirge als Lockergesteinsgrundwasserleiter.**

Innerhalb der Phyllite spielen die zahlreichen tektonischen Lineationen eine Rolle, die auch eine hydraulische Funktion haben. In U21 ist für den Phyllit eine fehlende bis geringe Klüftung ausgewiesen und eine fehlende bis sehr geringe Grundwasserführung ausgewiesen. Es ist daher von einer nur geringen Grundwasserführung im Festgestein auszugehen. Diese ist stark von der lokalen Ausbildung des Trennflächengefüges abhängig.

Im Lockergestein ist die Wasserführung vor allem an die Sande, Kiese und Gerölle in den Tälern gebunden, die eine gute Durchlässigkeit aufweisen und den oberen Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet bilden. Ihr k_f -Wert beträgt etwa 10^{-4} m/s ... 10^{-5} m/s. Bei tieferreichendem Aueton (sehr schwach wasserdurchlässig) kann es auch zu gespannten Grundwasserverhältnissen kommen.

An den Hängen ist innerhalb der bindigen bis schwach bindigen Lockerbedeckung (Gehängelehm / Hangschutt) häufig eine Schichtwasserführung infolge der auf den Höhen versickernden Niederschlagswässer anzutreffen. Quellaustritte sind im Trassenbereich in den hydrogeologischen Karten nicht verzeichnet.

3.3 Angaben zur Bauplanung

Die Lagepläne der Anlagen 1.3a und 1.3b umfassen den Planungsstand von 2007 sowie die zum damaligen Zeitpunkt ausgeführten Untersuchungen (Geotechnik und Radiologie).

In den Anlagen 1.4 (a und b) sowie 1.5 (a und b) ist die Lage der Aufschlüsse in Bezug zur aktuellen Planung angetragen.

In U22 ist das geplante Vorhaben wie folgt beschrieben:

Der Ausbau der B 92 ist geplant mit einem zweistreifigen Querschnitt gemäß RQ 11 zuzüglich eines Überholfahrstreifens bzw. einer Abbiegespur (U22). Bestehende Einmündungen und Zufahrten bleiben weitestgehend erhalten bzw. werden der neuen Trassierung angepasst.

Das Längsprofil der B 92 stellt sich wie folgt dar:

- | | |
|--------------------------|--|
| • Baubeginn bis km 0+250 | Anpassung der vorh. hangseitigen Böschung, |
| • 0+250 bis Bauende | Verschieben der B 92 Richtung Hangbereich, |
| • 0+280 | Ausbau des WW-Anschlusses hangseitig |
| • 0+770 | Verlegung WW-Anschluss talseitig |

Die Regelböschungsneigung beträgt 1:1,5. Um die Eingriffe möglichst gering zu halten, werden in Teilbereichen steilere Böschungen ausgebildet. Geplant ist der Einsatz von Kunststoffbewehrten-Erde-Systemen (KBE) und steileren Felsböschungen mit einer Neigung bis 1:1.

In nachfolgenden Bereichen sollen die auftretenden Fels- und Gesteinsbildungen als Böschungsoberflächen mit einer Neigung von 1:1,5 ausgebildet werden:

1. Hangseitig:

- Bauanfang bis km 0+210
- km 0+450 bis 0+800
- km 0+860 bis 0+985

2. Talseitig:

- Bauanfang bis Bau-km 0+580
- km 0+770 bis Bauende

Zusätzlich zum Ausbau der Bundesstraße 92 erfolgt die Anlage eines teilweise schon vorhandenen Wirtschaftsweges.

Rückbau vorhandener befestigter Flächen:

- Rückbau des Fahrbahnoberbaus der Verkehrsflächen der B 92
- Rückbau von Zufahrten (km 0+900 und 1+100)

Entwässerung:

Die Ableitung des Oberflächenwassers (Gelände und Fahrbahn) erfolgt hangseitig über Gräben und Mulden an verschiedenen Einleitstellen in die Weiße Elster. Nachstehend sind die Stationen der Einleitstellen aufgeführt:

- km 0+000 (vorhandener Kanal aus Maßnahme B 92, Ausbau KP S 309/K 7842)
- km 0+285 (Neuanlage)
- km 0+750 (Neuanlage)
- km 0+950 (Neuanlage parallel zum Auslauf eines vorhandenen Kanals mit Wasser unbekannter Herkunft)

Talseitig erfolgt die Ableitung des Oberflächenwassers breitflächig über Bankett und Böschung.

Bauwerke:

Im Zuge des geplanten Streckenausbaus ist der Neubau eines Ingenieurbauwerkes, Gabionenstützwand bei km 0+799 erforderlich (Länge 22 m, maximale Höhe 2,65 m). Die Bauwerke bzw. Böschungssysteme sind in nachstehender Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1 Bauwerke/Böschungssysteme im Zuge des Ausbaus der B 92 nördlich Adorf

Bezeichnung	Bau-km (Mitte Bauwerk)	Beschreibung	Abmessungen
Bauwerk 01	km: 0+249	Böschungssicherung 1:1 Böschung (hangseitig)	Länge: 73,50 m maximale Höhe (senkrecht): 6,95 m Ansichtsfläche (geneigt): 725 m ²
Bauwerk 02	km: 0+368	Böschungssicherung 1:1 Böschung (hangseitig)	Länge: 168,00 m maximale Höhe (senkrecht): 8,45 m Ansichtsfläche (geneigt): 2.010 m ²
Bauwerk 03	km: 0+682	Kunststoffbewehrte-Erde-System 1:1,4 Böschung (talseitig)	Länge: 180,50 m maximale Höhe (senkrecht): 8,55 m Ansichtsfläche (geneigt): 1.900 m ²
Bauwerk 04	km: 0+782	Kunststoffbewehrte-Erde-System 1:1 Böschung (talseitig)	Länge: 78,00 m maximale Höhe (senkrecht): 7,90 m Ansichtsfläche (geneigt): 870 m ²
Bauwerk 05	km: 0+799	Gabionenstützwand Wandneigung 5:1 (hangseitig)	Länge: 22,00 m maximale Höhe (senkrecht): 2,65 m Ansichtsfläche (geneigt): 60 m ²
Bauwerk 06	km: 0+834	Böschungssicherung 1:1 Böschung (hangseitig)	Länge: 50,00 m maximale Höhe (senkrecht): 5,10 m Ansichtsfläche (geneigt): 365,00 m ²
Bauwerk 07	km: 1+093	Böschungssicherung 1:1 Böschung (hangseitig)	Länge: 229,00 m maximale Höhe (senkrecht): 5,45 m Ansichtsfläche (geneigt): 1.765 m ²

4 Aufschlussarbeiten und Laborarbeiten

4.1 Bohrungen

Zur Ermittlung der Baugrundsichtung wurden im Zeitraum 04/2007 – 05/2007 insgesamt 14 Bohrungen als Rotationskernbohrungen (B1 – B14) mit einem Durchmesser von 219 mm / 168 mm / 133 mm niedergebracht. Die Bohrarbeiten wurden durch die Fa. Lutz Grimm, Geotestbohrtechnik, Hohenstein-Ernstthal ausgeführt.

Die Aufschlusstiefen variierten zwischen 5 m und 12 m.

Die primären Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile (Bohrmeisteransprache) sind am Ende des Anlagenteils als Anlage 9 beigelegt.

Die ausgelegten Bohrkern wurden nach DIN 4022 / 4023 aufgenommen und beschrieben sowie fotografisch dokumentiert. Aus dem ausgelegten Bohrkern erfolgte die Entnahme von Gesteinsproben.

Die Ergebnisse dieser geotechnischen Beschreibung sind als Anlage 2, Blatt 1 – 14 dem Gutachten beigelegt.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde eingemessen und in die zur Verfügung gestellten Kartenunterlagen eingetragen (vgl. Anlage 1.3 – 1.5).

Das Auftreten von Grundwasser / Schichtenwasser wurde geprüft und in den Protokollen vermerkt.

Die technischen Angaben zu den Bohrungen sind in nachstehender Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2 Zusammenstellung der ausgeführten Bohrungen

Aufschluss	Stationierung 2007 (U3)	Stationierung 2018	Ansatzpunkt [m DHHN]	Endtiefe	Angabe zum Grundwasser / Schichtenwasser
B1	0-060	0-046	432,39	5,0	1.6 m Grundwasser
B2	0+025	0+039	434,33	5,0	kein Wasser
B3	0+228	0+242	449,10	5,0	2.6 m Grundwasser
B4	0+330	0+344	453,49	5,0	kein Wasser
B5	0+605	0+619	454,33	7,0	kein Wasser
B6	0+694	0+708	453,15	7,0	kein Wasser
B7	0+805	0+819	452,57	7,0	kein Wasser
B8	1+050	1+064	451,04	7,0	kein Wasser
B9	1+041	1+055	446,97	7,0	kein Wasser
B10	0+492	0+506	450,40	12,0	kein Wasser
B11	0+650	0+664	449,98	9,0	kein Wasser
B12	0+777	0+791	449,66	10,0	kein Wasser
B13	0+902	0+916	445,43	10,0	kein Wasser
B14	0+992	1+006	445,16	10,6	kein Wasser

4.2 Kleinrammbohrungen

Im Zeitraum April / Mai 2007 wurden insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (BS 1 ... BS 8) entlang der Untersuchungsstrecke ausgeführt.

Die Ansatzhöhe wurde in Bezug zu bekannten Höhenbezugspunkten aufgenommen. Die Lage der Kleinrammbohrungen wurde anhand gegebener topographischer Festpunkte eingemessen und geht aus den Anlagen 1.3 und 1.4 hervor.

Die Bohrungen wurden als Rammkernbohrungen nach DIN 4021 (Kerndurchmesser 60 mm / 50 mm) bis in Tiefen von 2,5 m – 5,0 m abgeteuft (im Mittel 3,0 m). Zum Teil mussten die Bohrungen vor Erreichen der geplanten Endtiefe eingestellt werden (hohe Festigkeit des anstehenden Festgesteinsuntergrundes bzw. Bohrhindernisse).

Der Bohrkern wurde während der Bohrarbeiten petrographisch und bautechnisch angesprochen und nach den Normen der DIN 4022 und DIN 18196 klassifiziert.

Weiterhin erfolgte die Entnahme von Bodenproben der Güteklasse 4 der DIN 4021 (strukturgestörte Proben).

Die Ergebnisse der Bohrungen (Schichttabellen und Schichtprofile) sind dem Gutachten als Anlage 2.25 - 2.32 beigelegt.

Im Zuge der ergänzenden Untersuchung wurden im Zeitraum August / September 2018 insgesamt 30 Kleinrammbohrungen entlang der Untersuchungsstrecke ausgeführt. Die Bezeichnung der Bohrungen orientiert sich an den in der Aufgabenstellung vorgegebenen Untersuchungsquerschnitten A1 ... A13 mit dem Zusatz des Ausführungsortes:

BS ... Böschungsschulter
BF ... Böschungsfuß
HS ... Hangseite
Berme ... Böschung talseitig, Berme

Zwei Bohrungen wurde im Bereich einer vermuteten Verkippsungsstelle seitlich des von der B92 abzweigenden Wirtschaftsweges bei Station 0+830 abgeteuft und mit „Deponie BS 1“ und „Deponie BS 2“ bezeichnet.

Die Lage und Höhe der Kleinrammbohrungen wurde anhand gegebener topographischer Festpunkte eingemessen und geht aus Anlage 1.4 ... 1.5 hervor.

Die Bohrungen wurden als Rammkernbohrungen nach DIN 4021 (Kerndurchmesser 60 mm / 50 mm) bis in Tiefen von 1 m – 5,4 m abgeteuft. Zum Teil mussten die Bohrungen vor Erreichen der geplanten Endtiefe eingestellt werden (hohe Festigkeit des anstehenden Festgesteinsuntergrundes bzw. Bohrhindernisse).

Der Bohrkern wurde während der Bohrarbeiten petrographisch und bautechnisch angesprochen und nach den Normen der DIN 4022 und DIN 18196 klassifiziert.

Weiterhin erfolgte die Entnahme von Bodenproben der Güteklasse 4 der DIN 4021 (strukturgestörte Proben).

Die Ergebnisse der Bohrungen (Schichttabellen und Schichtprofile) sind dem Gutachten als Anlage 2.37 - 2.64 sowie 2.68 – 2.69 beigelegt.

4.3 Rammsondierungen

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden bzw. der Festigkeit der Verwitterungszone des anstehenden Schluffphyllits wurden im Zuge der Untersuchungen von 2007 insgesamt 9 Rammsondierungen als mittelschwere Rammsonde (DPM) nach DIN 4094 ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Anlage 2 neben den Bohrprofilen der Bohrungen und Kleinrammbohrungen als Sondierdiagramm dargestellt.

4.4 Schurfarbeiten / Plattendruckversuche

Zur Aufnahme der oberflächennahen Baugrundsichtung sowie zur Ausführung von Plattendruckversuchen auf dem im Untergrund anstehenden Boden wurden im Zuge der Untersuchungen von 2007 10 Schürfe mittels Bagger angelegt.

Davon wurden die Schürfe 1 – 4 im Bereich der westlichen Straßenböschung der B92 angeordnet. Die Schürfe wurden bis zum einsetzenden Festgestein ausgeführt. Für die im Bereich des anstehenden Felshorizontes ersichtlichen geologischen Schichten wurde das Fallen und Streichen durch Messung mit dem Geologenkompass aufgenommen und graphisch neben den Schurfprofilen dargestellt.

Die Schürfe 5 – 7 wurden im Bereich des Anliegerweges unterhalb der Kleingartenanlage bis zu einer Tiefe von 0,6 m ausgeführt. Auf der Oberkante der ungebundenen Tragschicht sowie auf dem freigelegten Planum erfolgten Plattendruckversuche nach TP BF StB Teil B 8.3 ausgeführt.

Der Schurf 8 wurde seitlich der B 92 bei Station 0+957 angeordnet. Er wurde bis zu einer Tiefe von 3.2 m ausgeführt und diente der Ermittlung der Baugrundsichtung in diesem Bereich.

Die Schürfe 9 und 10 befanden sich im Bereich der B92 und wurden zur Ermittlung des Ober- und Unterbaus bis zu einer Tiefe von 1.0 m – 1.2 m ausgeführt. In den Schürfen erfolgten Plattendruckversuche nach TP BF StB Teil B 8.3.

Die in den Schürfen ersichtliche Baugrundsichtung wurde beschrieben und fotografisch dokumentiert (vgl. Anlage 2, Blatt 15 - 24). Die Prüfprotokolle der Plattendruckversuche liegen als Anlage 6 bei. Nach Versuchsdurchführung wurden die Schürfe wieder verfüllt.

Im Zuge der ergänzenden Untersuchung wurden am 12.09.2018 insgesamt 3 Schürfe mittels Bagger angelegt. Die Bezeichnung der Schürfe orientierte sich an den in der Aufgabenstellung vorgegebenen Untersuchungsquerschnitten:

A14 / SCH 1	Schurf an hangseitiger Böschung im Bereich B 92, BW 5 bei km 0+791
A13 / SCH 2	Schurf an hangseitiger Böschung im Bereich WW bei km 0+973
A12 / SCH 3	Schurf an hangseitiger Böschung im Bereich WW bei km 0+780

Die in den Schürfen ersichtliche Baugrundsichtung wurde beschrieben und fotografisch dokumentiert (vgl. Anlage 2, Blatt 65 - 67). Die Schürfe wurden nach Durchführung der Arbeiten wieder verfüllt.

4.5 Kernbohrungen Asphalt

Zur Ermittlung der Stärke des Straßenoberbaus wurden am 21.05.2007 4 Bohrungen als Kernbohrungen entlang des Ausbauabschnittes der B 92 ausgeführt (KB 1 – KB 4). Nach Durchbohren der bituminösen Schichten wurde die Bohrung als Kleinrammbohrung bis zu einer Tiefe von 1.0 m weitergeführt.

Die Lage der Bohrungen wurde anhand gegebener topographischer Festpunkte eingemessen und geht aus den Anlagen 1.3 – 1.6 hervor.

Der Bohrkern wurde während der Bohrarbeiten petrographisch und bautechnisch angesprochen und nach den Normen der DIN 4022 und DIN 18196 klassifiziert. Weiterhin erfolgte die Entnahme von Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 der DIN 4021.

Die Ergebnisse der Bohrungen (Schichttabellen und Schichtprofile) sind dem Gutachten als Anlage 2.33 - 2.36 beigelegt.

4.6 Aufnahme natürlicher Aufschlüsse im Phyllit

Im Ausbauabschnitt wurde in 3 geologischen Aufschlüssen seitlich des Straßenkörpers der anstehende Fels bemustert und das Trennflächengefüge durch Messungen mit dem Geologenkompass aufgenommen. Die Lage der Aufschlüsse wurde in den Lageplan der Anlage 1.3 bis 1.5 eingetragen.

Die Messergebnisse wurden als Darstellungen im Schmidtschen Netz in die Anlagen 1.3 bis 1.5 übernommen. Außerdem erfolgte eine Übertragung der Messergebnisse in Querschnittdarstellungen der Anlage 3.

4.7 Entnahme Felsproben

Für die Durchführung von Untersuchungen des Abrasivitäts-Index und der einachsialen Druckfestigkeit wurden im Ausbauabschnitt an 4 Punkten Gesteinsproben aus dem anstehenden Phyllit entnommen. Die Entnahme der Proben mittels Kernbohrung gelang nicht, da die Bohrkern aufgrund der starken Klüftigkeit in kleinere Bruchstücke zerfielen. Daher wurden größere Gesteinsbruchstücke aus dem anstehenden Fels herausgebrochen.

Die Lage der Probenahmepunkte wurde in den Lageplan der Anlage 1.4 und 1.5 eingetragen und ist nachfolgend zusammengestellt.

Probe 1	Wirtschaftsweg, Station 0+780	Kernstück aus A12 Schurf 3
Probe 2	Wirtschaftsweg, Station 0+880	Kernstück aus A11, Felswandung
Probe 3	B 92, talseitiger Böschungsfuß, Station 0+820	Kernstück Felswandung
Probe 4	B 92, talseitiger Böschungsfuß, Station 0+830	Kernstück Felswandung

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in Anlage 11 enthalten.

4.8 Radiometrische Untersuchungen

Für den Ausbauabschnitt wurde im Juli 2007 im Rahmen einer radiometrischen Untersuchung die Gamma-Ortsdosisleistung gemessen, um eine eventuelle radioaktive Kontamination der Straßendecke und deren flächenhafte Ausdehnung zu erfassen.

Für diese Messungen wurde ein geeichtes und über den Referenzflächen der WISMUT GmbH in Reust kalibriertes Gammadosisleistungsmessgerät vom Typ SZINTILATORSONDE 6150-b eingesetzt. Die Ergebnisse der ODL-Messung sind in Anlage 1.3 angetragen und in Anlage 7 dokumentiert. Zur Identifizierung radioaktiv kontaminierter Tiefenbereiche wurden Gamma-Bohrlochmessungen in insgesamt 14 Aufschlüssen durchgeführt (2007: KB 1 ... KB 4; 2018: A1/BS ... A3/BS, A4 Mitte, A6 WW, A7 BS, A8 BS, A10 BS, A12 BF-HS, A13 BF). Hierzu wurde eine an den Bohrlochmodellen der WISMUT GmbH kalibrierte Gamma-Bohrlochsonde vom Typ AD 0 (Hersteller: automess GmbH Ladenburg) verwendet.

Zu jedem Aufschlusspunkt wurden die angetroffenen Schichten und gemessenen Gamma-Bohrlochwerte dokumentiert. Die Bohrlochprofile und die Messergebnisse wurden gegenübergestellt, so dass sich eine übersichtliche grafische Darstellung der Schicht- und Aktivitätsverhältnisse an den Sondieransatzpunkten ergab (vgl. Anlage 8).

Da sich keine erhöhten Messwerte abzeichneten, wurde auf eine Aktivitätsbestimmung verzichtet.

4.9 Laboruntersuchungen

4.9.1 Petrophysikalische Untersuchungen

Im Juni 2007 wurden im Labor der Geo-Analytik GmbH für 12 entnommene Bodenproben die Kornverteilungen nach DIN 18123 ermittelt. Es wurden überwiegend Einzelproben (10 Stück) und 2 Mischproben untersucht.

Die Mischproben wurden aus folgenden Einzelproben hergestellt:

Mischprobe 1	Sch 5 / P 1 / 0 – 0.5 m	Auffüllung, Schotter
	Sch 6 / P 1 / 0 – 0.2 m	
	Sch 7 / P 1 / 0 – 0.2 m	
Mischprobe 2	KB 3 / P 2 / 0.65 – 0.80 m	Auffüllung, Schottertragschicht
	KB 4 / P 2 / 0.30 – 0.80 m	

Für 1 Probe (Sch 7 / P2) erfolgte die Ermittlung der Proctordichte nach DIN 18127. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind dem Gutachten als Anlage 4.1 – 4.13 beigelegt.

Im Zuge der ergänzenden Untersuchung wurden im Oktober 2018 im Labor der Geo-Analytik GmbH für 8 entnommene Einzelproben die Kornverteilungen nach DIN 18123 und für 4 Einzelproben die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 ermittelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind dem Gutachten als Anlage 4.14 – 4.25 beigelegt.

4.9.2 LAGA-Untersuchungen

Für 10 aus der anstehenden Auffüllung entnommene Bodenproben erfolgte im Mai 2007 eine Deklarationsanalyse nach den Richtlinien der LAGA im Labor der AWW Dr. Busse GmbH. Die Ergebnisse sind als Anlage 5.1 – 5.21 beigefügt.

Es wurden folgende Proben untersucht:

Anliegerstraße / Weg

Mischprobe 1	Sch 5 / P 1 / 0 – 0.5 m	Auffüllung, Schotter
	Sch 6 / P 1 / 0 – 0.2 m	
	Sch 7 / P 1 / 0 – 0.2 m	

B 92

Mischprobe 3	KB 1 / P 2 /	Auffüllung, Schottertragschicht
	KB 2 / P 2 /	
Einzelprobe	B 10 / P2 / 0.25 – 0.80 m	Auffüllung, Schottertragschicht
Einzelprobe	B 12 / P2 / 0.50 – 0.80 m	Auffüllung, Schottertragschicht
Einzelprobe	B 13 / P2 / 0.40 – 0.60	Auffüllung, Schottertragschicht
Einzelprobe	Sch 10 / P2 / 0.55 – 0.70 m	Auffüllung, Schottertragschicht
Einzelprobe	Sch 10 / P3 / 0.70 – 1.00 m	Auffüllung, Unterbau

Im Zuge der ergänzenden Untersuchung erfolgte im Zeitraum Oktober - Dezember 2018 im Labor der AWW Dr. Busse GmbH an weiteren 12 Proben die Deklarationsanalyse nach den Richtlinien der LAGA. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind dem Gutachten als Anlage 5.42 – 5.73 sowie 5.84 – 5.87 beigefügt.

Es wurden folgende Proben untersucht:

Mischprobe 1	A 1 / BS / P 1 / 0 – 0.3 m	Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett
	A 2 / BS / P 1 / 0 – 0.4 m	Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett
Mischprobe 2	A 4 / Mitte / P 2 / 1 – 2 m	Hangschutt
	A 4 / Nord / P 2 / 1 – 1.9 m	Hangschutt
Einzelprobe	A 3 / BS / P 1 / 0 – 0.3 m	Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett
Einzelprobe	A 4 / Mitte / P 1 / 0 – 0.6 m	Auffüllung, Kies
Einzelprobe	A 7 / BS / P 1 / 0 – 2.0 m	Auffüllung, Kies
Einzelprobe	A 8 / BS / P 1 / 0.4 – 0.9 m	Auffüllung, Kies
Einzelprobe	A 5 / Mitte / P 1 / 0.1 – 1.2 m	Hangschutt
Einzelprobe	A 8 / BF + 10 m / P 1 / 0.2 – 1 m	Auelehm
Mischprobe	Deponie BS 1 / P2 / 0.6 – 2.8	Auffüllung
	Deponie BS 2 / P1 / 0.3 – 3.0	Auffüllung

Für die Proben

- Mischprobe 1	A 1 / BS / P 1 / 0 – 0.3 m	Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett
	A 2 / BS / P 1 / 0 – 0.4 m	Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett
- Einzelprobe	A 7 / BS / P 1 / 0 – 2.0 m	Auffüllung, Kies

erfolgte zudem eine Untersuchung nach der Parameterliste der Deponieverordnung.

Die Ergebnisse sind dem Gutachten als Anlage 5.74 – 5.73 beigefügt.

4.9.3 Asphaltuntersuchung

An aus dem Asphalt entnommenen Bohrkernen wurde im Mai 2007 eine Prüfung auf pechhaltige Bestandteile mit dem TSE-Gerät durchgeführt. Hierbei wurden die an den entnommenen Bohrkernen klar unterscheidbaren Einzellagen geprüft.

Für 10 Asphaltproben wurden weitergehende analytische Untersuchungen zur Ermittlung des PAK-Gehaltes und zur Bestimmung des Phenolindex vorgenommen. Die Untersuchung erfolgte im Labor der AWV Dr. Busse GmbH. Die Ergebnisse sind im Anlagenteil 5.22 – 5.41 beigelegt.

Es wurden folgende Proben untersucht:

- Schurf 10 / P0 / 0.0 – 0.40 m
- Schurf 10 / P1 / 0.40 – 0.55 m
- KB 1 / P1 / obere Lage
- KB 2 / P1 / untere Lage
- KB 2 / P1 / mittlere Lage
- KB 4 / P1 / untere Lage
- B 10 / P1 / 0 – 0.25 m
- B 11 / P1 / 0 – 0.30 m
- B 12 / P1 / 0 – 0.30 m
- B 13 / P1 / 0 – 0.30 m

4.9.4 Betonangreifende Inhaltsstoffe

Im September 2018 wurden für eine aus dem Grundwasser an der Bohrung A8 BF +10 m (km 0+770) entnommene Wasserprobe im Labor der AWV Dr. Busse GmbH die betonangreifenden Inhaltsstoffe nach DIN 4030 ermittelt. Die Ergebnisse liegen dem Gutachten als Anlage 10 bei.

4.9.5 Abrasivitäts-Index

An 4 entnommenen Gesteinsproben wurden im Geotechnik Labor der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden der Abrasivitäts-Index ermittelt. Die Ergebnisse sind dem Gutachten als Anlage 11, Blatt 1 – 6 beigelegt.

4.9.6 einaxiale Druckfestigkeit

Für 1 entnommene Gesteinsprobe wurde im Baustofflabor der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden die einaxiale Druckfestigkeit ermittelt. Die Ergebnisse liegen dem Gutachten als Anlage 11, Blatt 7 bei.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der radiometrischen Untersuchung

Der Ausbauabschnitt der B92 wurde auf das eventuelle Vorhandensein einer oberflächenahen radioaktiven Kontamination untersucht. Zu diesem Zwecke wurde die Straßenoberfläche im Bereich der der B92 mittels Gammadosisleistungsmessgerät vom Typ SZINTILATORSONDE 6150-b untersucht. Die Gamma-Ortsdosisleistung in 1 m Höhe über der Straßendecke betrug 60 bis 120 nSv/h (vgl. Anlage 7). Damit liegen die nachgewiesenen Messwerte unter dem Richtwert von 300 nSv/h der SSK (Strahlenschutzkommission). Nach Abschluss der Arbeiten wurde erneut die Ortsdosisleistung an den Sondierpunkten gemessen, wobei keine veränderten Werte festgestellt wurden. Die natürliche Strahlungsdosis liegt bei 100 bis 120 nSv/h, so dass die Messwerte der geogenen Hintergrundbelastung entsprechen.

Es ist einschränkend zu bemerken, dass aufgrund der großen Asphaltmächtigkeit (im Mittel 0,5 m) eine abschirmende Wirkung des Asphalts vorliegt. Unterhalb der Asphaltdecke lagernde radioaktive Materialien werden durch die ODL-Messung nicht erfasst.

Um eine eventuell auftretende radioaktive Kontamination in der Tiefe ausschließen, bzw. das davon eventuell ausgehende Gefährdungspotential bewerten zu können, wurden daher Gamma-Bohrlochmessungen in insgesamt 14 Aufschlüssen durchgeführt:

- 2007: KB 1 ... KB 4
- 2018: A1/BS ... A3/BS, A4 Mitte, A6 WW, A7 BS, A8 BS, A10 BS, A12 BF-HS, A13 BF)

Die Messungen erfolgten in den Bohrlöchern vertikal im Messpunktabstand von 0,2 m bis zu einer Tiefe von 1 m untersucht. Die Ergebnisse sind im Anlagenteil 8 dargestellt.

Die Messergebnisse der ODL-Messung wurden durch die Gamma-Bohrlochmessung bestätigt.

An allen Messpunkten wurden Gamma-Bohrlochmesswerte ≤ 16 ppm eU bzw. $< 4,6$ Impulsen/s entsprechend $\leq 0,2$ Bq/g ermittelt (vgl. Anlage 8). Der maximale Wert lag bei 15 ppm eU bzw. 4,5 Imp/s. Es ist daher im Ausbauabschnitt nicht mit strahlungsaktiven Ausbaumaterialien zu rechnen.

5.2 Laborergebnisse

5.2.1 Petrographische Untersuchungen

Für die anstehenden Böden wurden die Korngrößenverteilungen ermittelt. Diese sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 getrennt für die Untersuchungen in 2007 und 2018 aufgeführt sowie in Abbildung 3 als Körnungsband zusammengefasst.

Die unterschiedlichen Lithotypen werden zu Baugrundsichten zusammengefasst und anhand von Bodenkennwerten charakterisiert (vgl. Abschnitt 5.4). Dementsprechend sind die Baugrundsichten als Homogenbereiche gemäß DIN 18300:2015 zu betrachten.

Die durchgeführten Untersuchungen für die einzelnen Lithotypen / Baugrundsichten geht aus nachstehender Aufstellung hervor:

Baugrundsicht / Homogenbereich

- 1 – Mutterboden
- 2a – Auffüllung, Schottertragschicht
- 2b – Auffüllung, allgemein
- 3 – Gehängelehm
- 4a – Auelehm
- 4b – Torf
- 5 – Hangschutt
- 6 – Flussschotter / Bachablagerung
- 7a – Phyllit, stark verwittert bis zersetzt
- 7b – Phyllit, angewittert bis unverwittert
- 8 – Diabas

petrographische Laboruntersuchungen

-
- 4 x Kornverteilung
- 4 x Kornverteilung
- 3 x Kornverteilung, 2 x Konsistenzgrenzen
- 3 x Kornverteilung, 2 x Konsistenzgrenzen
-
- 4 x Kornverteilung
-
- 2 x Kornverteilung
-
-

Tab. 5 Zusammenstellung der Laborergebnisse (Untersuchungen 2007)

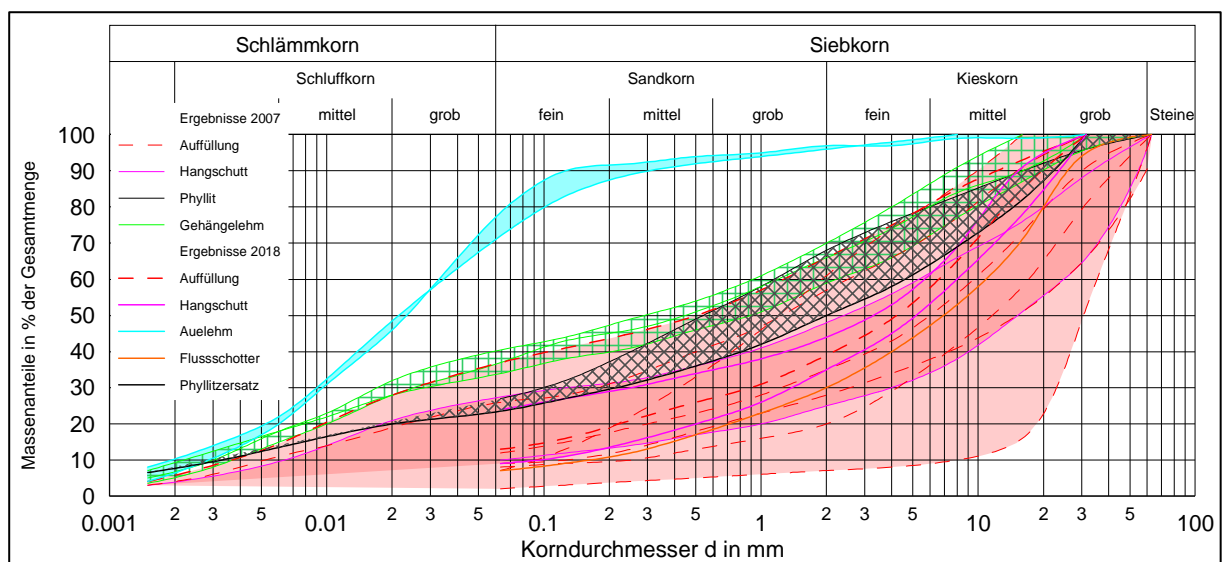
Aufschluss / Probe-Nr.	Tiefe [m]	Litho- typ	DIN 18196	Bodenart DIN 4022	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	w _n [%]	k _f [m/s]
MP 1	0.0 – 0.5	A/TS	GU	G,s,u'	12		23	65	8.46	2.2·10 ⁻⁴
SCH 7/2	0.2 – 0.55	Lx	GU*	G,u,g-ms'	4	23	21	52	13.61	3.7·10 ⁻⁷
SCH 9/1	0.7 – 1.2	Lx	GU	G,s,u'	10		15	75	4.74	3.6·10 ⁻³
SCH 10/2	0.55 – 0.7	A/TS	[GE]	gG,mg,s'	2		5	93	1.70	7.4·10 ⁻¹
SCH 10/3	0.7 – 1.0	A/TS	[GU]	G,s,u',x'	9		19	72	6.38	1.3·10 ⁻³
MP 2	0.3 – 0.8	A/TS	GU	G,gs',u'	8		12	80	1.57	3.0·10 ⁻²
B 7/1	2.0 – 3.0	Ph	SU*	S,g*,u	27		41	32	2.15	
B 8/2	1.0 – 1.7	GL	GU*	G,s,u,t'	9	25	25	41	15.66	5.3·10 ⁻⁸
BS 1/1	0.6 – 1.0	A	[SU]	S,m-fg,u'	7		54	39	13.78	8.2·10 ⁻⁵
BS 2/1	0.2 – 0.9	A	[GU*]	G,s*,u	4	22	31	43	11.59	6.4·10 ⁻⁷
BS 4/1	0.5 – 1.2	GL	UL	U,t,f-mg',s	7	33	30	30	17.89	4.8·10 ⁻⁸
BS 5/1	0.3 – 1.2	GL	SU*	S,g*,u*,t'	5	32	29	34	17.67	8.6·10 ⁻⁸

T	Tonfraktion	S	Sandfraktion	Lx	Hangschutt	w _n	natürlicher Wassergehalt
U	Schlufffraktion	G	Kiesfraktion	A	Auffüllung	k _f	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert
MP 1	MP aus SCH 5 – SCH 7 (TS Wirtschaftsweg)			Ph	Phyllitersatz	GL	Gehängelehm
MP 2	KB3/P2 + KB 4/P2			TS	Tragschicht		

Tab. 6 Zusammenstellung der Laborergebnisse (Untersuchungen 2018)

Aufschluss / Probe-Nr.	Tiefe [m]	Litho- typ	DIN 18196	Bodenart DIN 4022	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	w _n [%]	w _L [%]	w _p [%]	I _p [%]	I _c [-]	k _f [m/s]
A6/BF/P1	0,3 – 1,2	A	GU*/SU*	G,u*,s	6	31	29	34	10,8					7.8 · 10 ⁻⁸
A7/BF/P1	0,2 – 1,0	AL	UL/TL	U,t,s,g'					15,6	57,3	41,8	15,5	2,48	
A7/BS/P2	3,0 – 3,5	Lx	GU	G,s,u'	24		20	56	9,3					3.8 · 10 ⁻²
A8/BF/P1	1,0 – 1,6	AL	TM/OT	U,t,f-ms	6	72	19	3	87,9					2.7 · 10 ⁻⁸
A8/BF+10/P1	0,2 – 1,0	AL	TM/UM	U,t,fs-ms'					33,8	40,8	36,9	3,92	0,88	
A8/BF+10/P2	1,1 – 2,1	AL	TM	U,t,fs'	10	61	25	4	48,0					1.9 · 10 ⁻⁸
A8/BF+10/P3	2,1 – 2,7	Fls	GU	G,s*,u,x	7		23	70	7,1					4.5 · 10 ⁻³
A9/Berme/P1	0,4 – 1,1	GL	GU	G,s*,x,u					10,4	56,0	38,9	17,1	2,4	
A9/Berme/P2	1,1 – 3,0	Ph	GU*	G,u*,s*,x'	8	16	26	50	8,7					4.2 · 10 ⁻⁷
A10/BS/P1	0,0 – 1,9	A	GU/GU*	G,u,u*,s',x'	13		26	61	7,3					1.1 · 10 ⁻⁴
A10/BS/P2	2,5 – 3,2	GL	UM/SU*	U,s*,g					10,6	36,8	31,5	5,31	2,88	
A13/BF/P1	0,5 – 1,3	Lx	GU/GU*	G,s*,u',u	9		26	65						4.2 · 10 ⁻³

T	Tonfraktion	w _L	Fließgrenze	k _f	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert
U	Schlufffraktion	w _p	Ausrollgrenze	w _n	natürlicher Wassergehalt
S	Sandfraktion	I _p	Plastizitätsindex	Lx	Hangschutt
G	Kiesfraktion	I _c	Konsistenzindex	A	Auffüllung
GL	Gehängelehm	AL	Auelehm	Ph	Phyllitzersatz


Abb. 3 Korngrößenverteilung der im Untersuchungsbereich anstehenden Baugrundsichten

Die ermittelten Korngrößenverteilungen zeigen überwiegend weitgestufte, grob- bis gemischtkörnige Böden, die aufgrund der guten Kornabstufung eine gute Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit erwarten lassen. Das gilt nicht für die im Talbereich angetroffenen Auelehme, die als feinkörnige Böden demgegenüber eine starke Verformbarkeit und ungünstige Trag-/Verdichtungseigenschaften aufweisen.

Ungebundener Oberbau / Auffüllung, Schottertragschicht (Baugrundsicht 2a)

Nach DIN 4022 lässt sich die vorhandene Tragschicht als stark sandiger, schwach schluffiger Kies beschreiben (vgl. Abb. 4). Der Feinkornanteil lag im Bereich von 2 % ... 9 % (Bodengruppe GU/GW/GI) bzw. von 12 % (Bodengruppe GU) bei der untersuchten Tragschicht des westlich der B92 verlaufenden Wirtschaftsweges. Die Kornform ist mit kantig zu kennzeichnen (Breckkorn). Abschnittsweise höhere Feinkornanteile sind möglich.

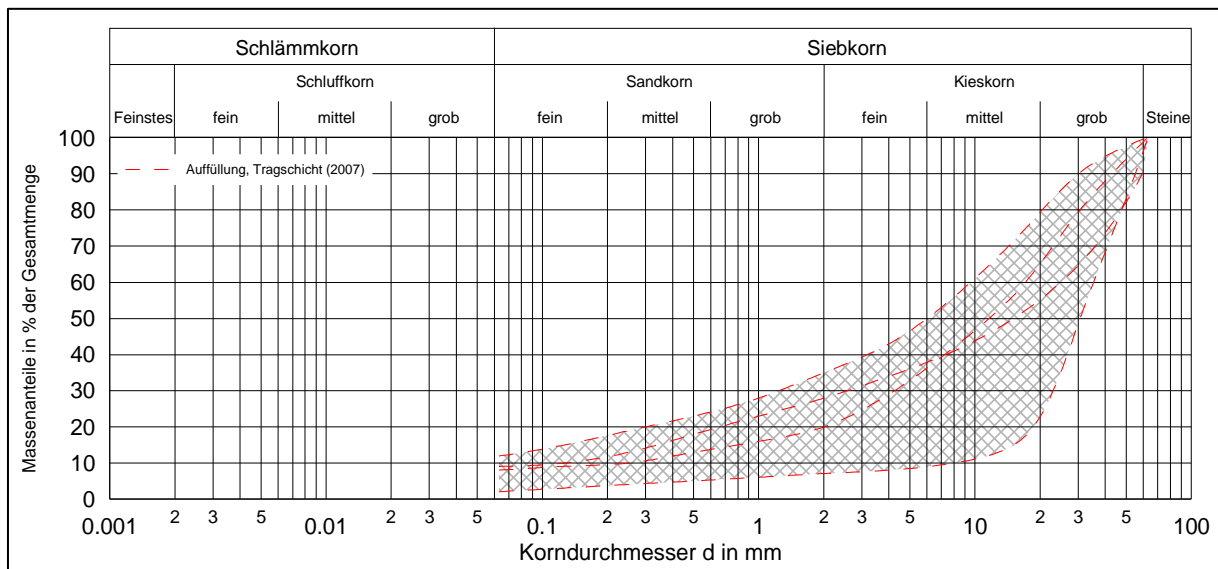


Abb. 4 Korngrößenverteilung der Baugrundsicht 2a - Schottertragschicht

Unterbau / Auffüllung, allgemein (Baugrundsicht 2b)

Im Unterbau der Straße wurden gemischtkörnige Auffüllungsböden eingebaut, die überwiegend umgelagerten Hangschuttbildungen entsprechen. Kennzeichnend ist eine weitgestufte Körnung mit höheren Feinkornanteilen im Vergleich zur oberhalb eingebauten Schottertragschicht (vgl. Abb. 5). Nach DIN 4022 sind die Auffüllungsböden als stark sandige, schluffige bis stark schluffige, vereinzelt steinige Kiese zu beschreiben (vgl. Abb. 5). Der Feinkornanteil lag im Bereich von 7 % ... 37 % (Bodengruppen GU/GU*/SU/SU*). Vereinzelt höhere Feinkornanteile (Bodengruppe UL) oder geringere Feinkornanteile (Bodengruppe GW) sind nicht auszuschließen. Ebenso sind vereinzelt Fremdbeimengungen festgestellt worden (Asche, Ziegelreste). Die Kornform ist mit kantig bis kantengerundet zu kennzeichnen.

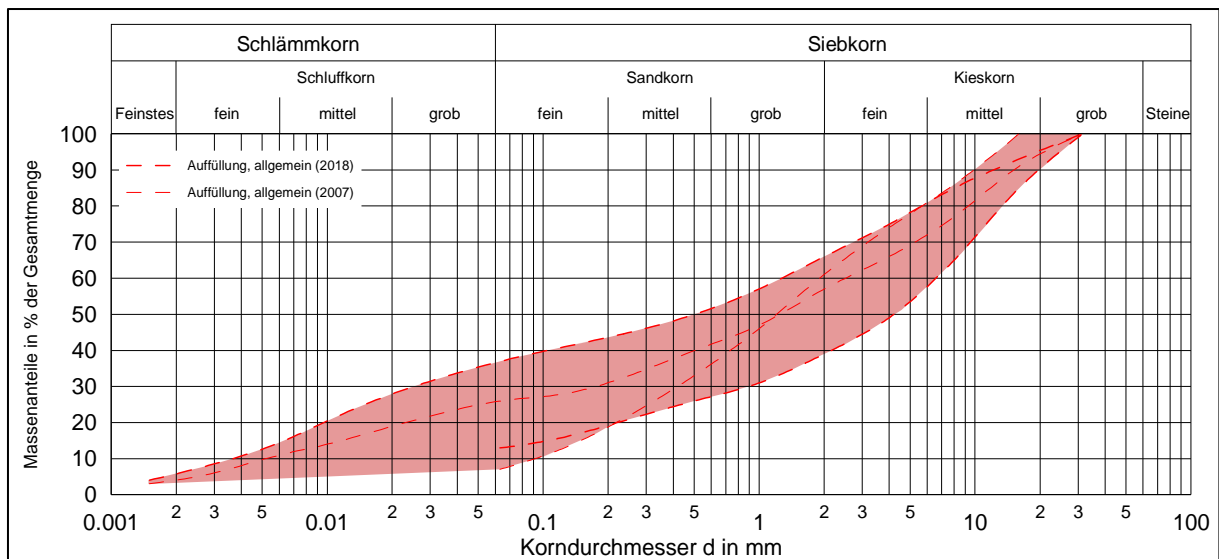


Abb. 5 Korngrößenverteilung der Baugrundsicht 2b – Auffüllung, allgemein

Untergrund / Gehängelehm (Baugrundsicht 3)

Die Gehängelehme stellen die natürliche Deckschicht im Bereich der angrenzenden Hänge unterhalb des Oberbodens dar. Die Gehängelehme sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil als fein- bis gemischtkörnige Böden zu charakterisieren und nach DIN 4022 als stark sandige, stark schluffige, kiesige bis stark kiesige Sande bzw. stark schluffige, sandige bis stark sandige Kiese zu beschreiben (vgl. Abb. 6). Der Feinkornanteil variierte in der Regel zwischen 30% ... 40 % (Bodengruppen GU*/SU*). Vereinzelt höhere Feinkornanteile (Bodengruppe UL/UM, Schluff, stark sandig, stark kiesig bis kiesig) sind ebenfalls festgestellt worden. Die Kornform ist kantig bis kantengerundet.

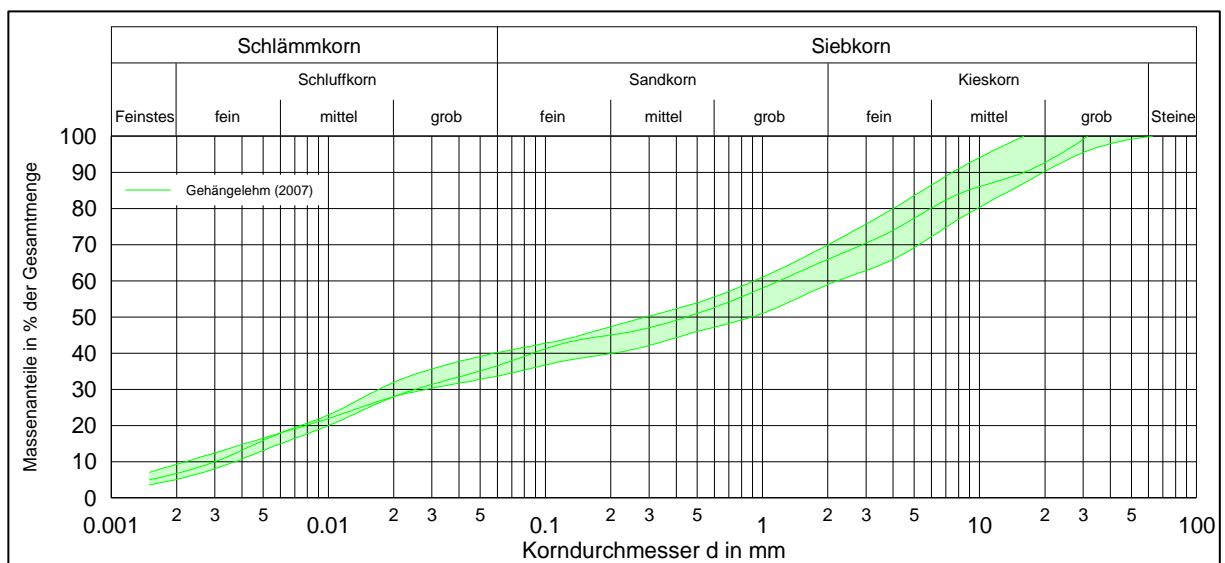


Abb. 6 Korngrößenverteilung der Gehängelehme der Baugrundsicht 3

Die Gehängelehme wiesen in der Regel eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Die ermittelten Konsistenzgrenzen weisen für den Boden eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität aus (vgl. Abb. 7). Im Ergebnis der Feldversuche wurde häufig eine leichte Plastizität ermittelt.

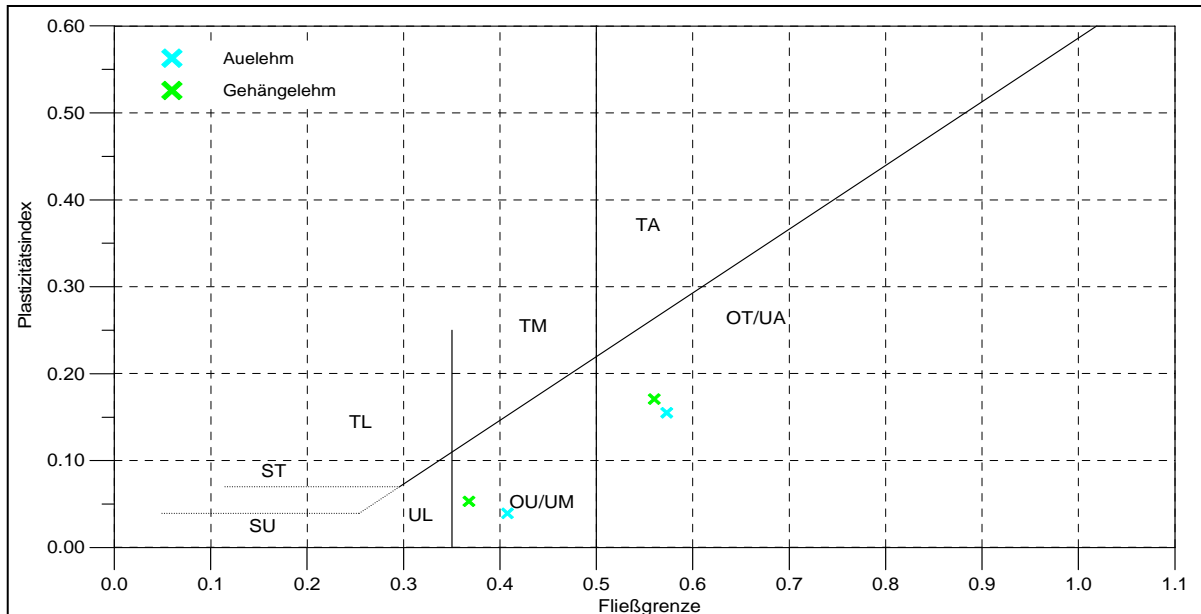


Abb. 7 Plastizitätsdiagramm, plastische Eigenschaften der Gehänge-/Auelehme

Untergrund / Auelehm (Baugrundsicht 4a)

Im Talbereich wurden am Hangfuß unterhalb des Oberbodens die Auelehme als natürliche Deckschicht angetroffen. Die Auelehme sind als feinkörnige Böden zu charakterisieren. Der Feinkornanteil variierte zwischen 70% ... 80 %. Nach DIN 4022 sind diese als schwach sandige, schwach feinkiesige, stark tonige, zum Teil organische Schluffe zu beschreiben (vgl. Abb. 8). Die Kornform ist gerundet.

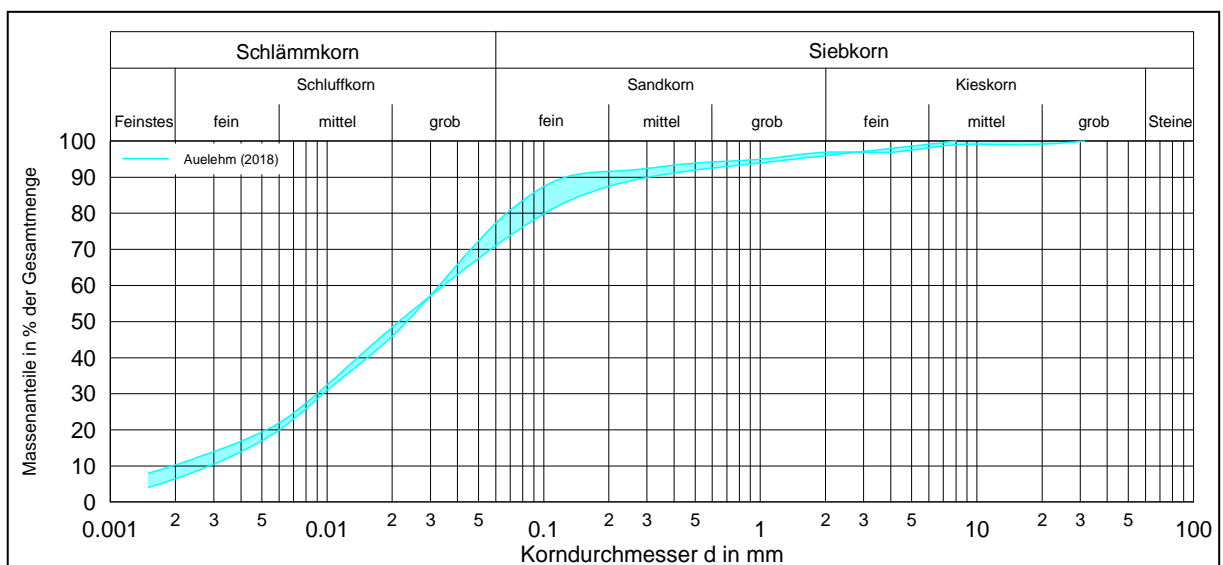


Abb. 8 Korngrößenverteilung der Auelehme der Baugrundsicht 4a

Die Auelehme wiesen in Abhängigkeit von der Lage zum Grundwasserspiegel eine unterschiedliche Konsistenz auf, die sich zwischen steif und halbfest (oberhalb Grundwasserspiegel) und weich (unterhalb bzw. im Einflussbereich des Grundwasserspiegels) bewegte. Die ermittelten Konsistenzgrenzen weisen für den Boden eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität aus (vgl. Abb. 7).

Torf (Baugrundsicht 4b)

Diese Schicht wurde nur als geringmächtige Zwischenlage an der Basis der Auelehme angetroffen. Petrographische Untersuchungen erfolgten an dieser Schicht nicht.

Untergrund / Hangschutt (Baugrundsicht 5)

Hangschuttbildungen wurden im Bereich der ansteigenden Hänge meist unterhalb der Gehängelehme angetroffen. Der Hangschutt stellt sich als gemischtkörniger Boden dar und ist nach DIN 4022 als sandiger bis stark sandiger, schluffiger bis stark schluffiger, schwach steiniger Kies zu beschreiben (vgl. Abb. 9). Der Feinkornanteil variierte in der Regel zwischen 8% ... 27 % (Bodengruppen GU/GU*). Die Kornform ist kantig bis kantengerundet.

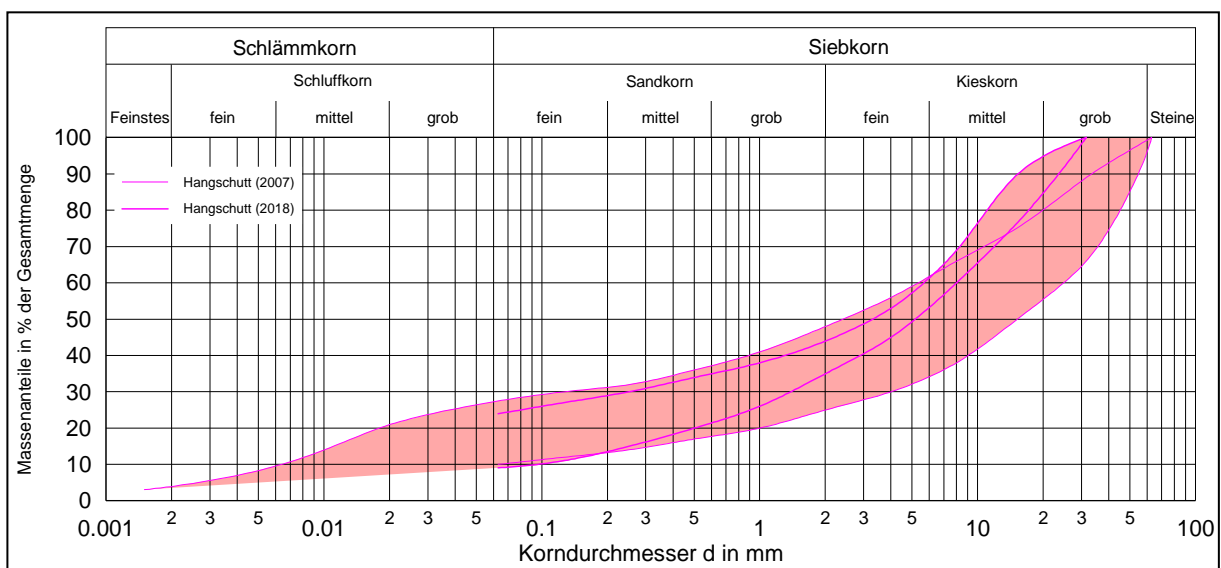


Abb. 9 Korngrößenverteilung Hangschutt - Baugrundsicht 5

Untergrund / Flussschotter, Bachablagerung (Baugrundsicht 6)

Im Talbereich wurden am Hangfuß unterhalb der Auelehme geringmächtige Flussschotter / Bachablagerungen angetroffen. Für 1 Probe wurde eine Kornverteilung ermittelt (vgl. Tab. 6). Um die Repräsentanz der Aussage zu erhöhen wurden die Untersuchungsergebnisse aus (U16) in die Darstellung als Körnungsband aufgenommen.

Nach DIN 4022 sind die Flussschotter als stark sandige bis sandige, schluffige, schwach steinige bis stark steinige, geröllführende Kiese zu beschreiben. Die Kornform ist rund bis kantengerundet. Nach DIN 18196 ergibt sich eine Zuordnung zu den Bodengruppen GU*/GU.

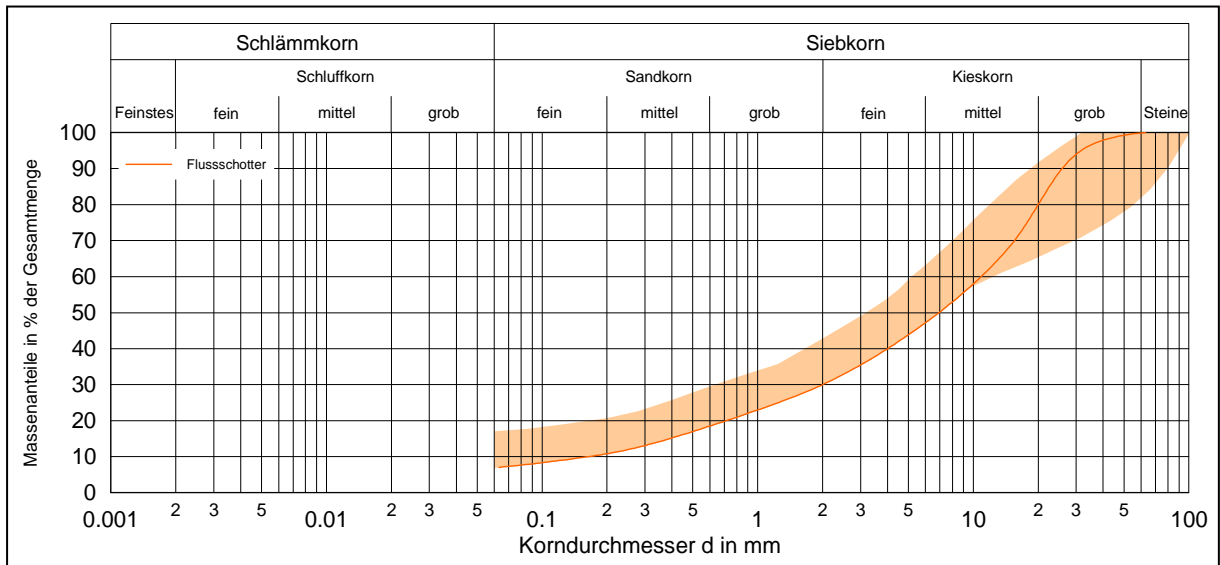


Abb. 10 Korngrößenverteilung der Flussschotter unter Einbeziehung von (U16)

Untergrund / Phyllit, stark verwittert bis zersetzt (Baugrundschrift 7a)

Die Zersatz- und Verwitterungsbildungen stellen die Übergangsschicht zu dem anstehenden, massiven Phyllit dar. Die Ermittlung von Korngrößenverteilungen ist nur an stärker zersetzten Partien möglich, da die stark verwitterten Phyllite eher steinigen Böden entsprechen und eine Beprobung anhand von Kleinrammbohrungen nur eingeschränkt möglich ist. Die Zersatzbildungen des Phyllits sind entsprechend der ermittelten Korngrößenverteilungen (vgl. Abb. 11) als gemischtkörnige Böden zu charakterisieren und nach DIN 4022 als stark sandige, stark schluffige Kiese bzw. stark kiesige, stark schluffige Sande zu beschreiben. Für diese Böden ergibt sich eine Zuordnung zur Bodengruppe GU*. Höhere und geringere Feinkornanteile sind jedoch möglich und führen zu einem Bodengruppenbereich, der sich von GU/SU über GU*/SU* bis zu UL bewegen kann. Steinige Anteile sind immer einzurechnen. Die Kornform ist kantig.

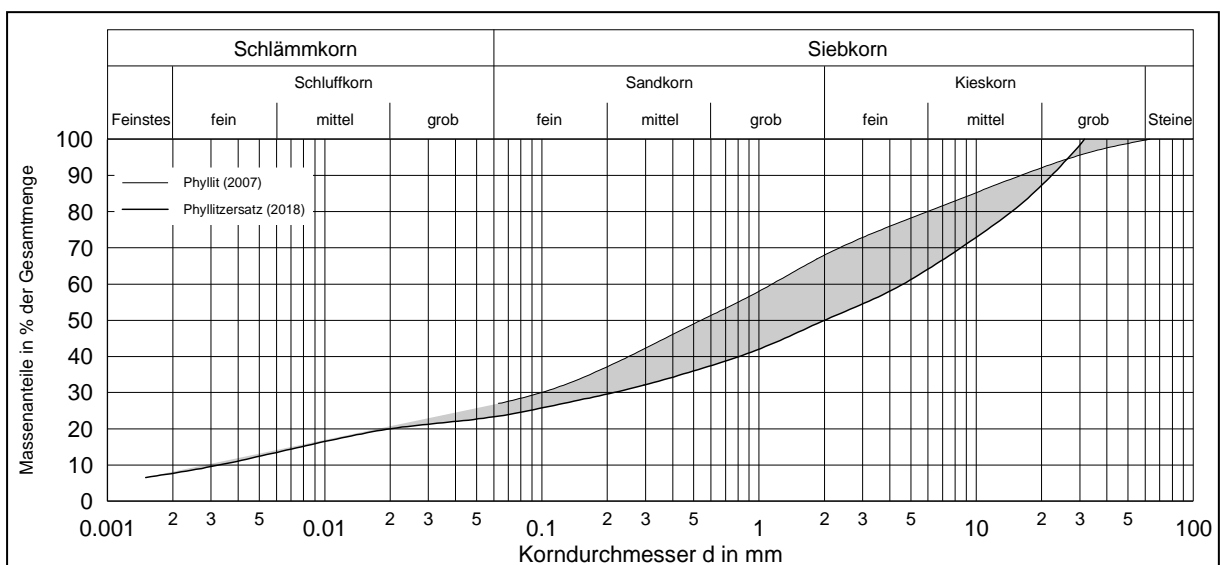


Abb. 11 Korngrößenverteilung des Phyllitzersatzes der Baugrundschrift 7a

Untergrund /

Phyllit, angewittert bis unverwittert (Baugrundsicht 7b) und Diabas (Baugrundsicht 8)

An den kompakten Festgesteinen sind keine petrographischen Untersuchungen erfolgt.

5.2.2 Untersuchung Asphalt

Aus dem Asphalt wurde durch die Bohrungen und Schürfe 10 Proben entnommen und im Labor der AWW Dr. Busse GmbH hinsichtlich pechhaltiger Bestandteile nach RuVA-StB 01 auf den Phenolindex und PAK-Gehalt untersucht. Die Prüfprotokolle sind in Anlage 5 enthalten und die Prüfergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst

Die Einstufung nach Verwertungsklassen erfolgte entsprechend der RuVA-StB 01 der FGSV (Tab. 7).

Tab. 7 Verwertungsklassen nach der RuVA-StB 01 der FGSV Köln

	Verwertungs- klasse A	Verwertungs- klasse B	Verwertungs- klasse C
PAK [mg/kg]	≤ 25	> 25	-
Phenolindex [mg/l]	$\leq 0,100$	$\leq 0,100$	$\geq 0,100$

Tab. 8 Untersuchungsergebnisse (PAK/Phenolindex) sowie Zuordnung AVV-Schlüsselnummer

Probe	PAK-Gehalt [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse	AVV-Schlüssel
B 10 / P1	0,122	$< 0,014$	A	17 03 02
B 11 / P1	0,302	$< 0,01$	A	17 03 02
B 12 / P1	18,5	$< 0,01$	A	17 03 02
B 13 / P1	0,311	$< 0,01$	A	17 03 02
SCH 10 / obere Lage	1,6	$< 0,01$	A	17 03 02
SCH 10 / untere Lage	0,061	$< 0,01$	A	17 03 02
KB 1 / obere Lage	0,122	$< 0,01$	A	17 03 02
KB 2 / mittlere Lage	0,513	$< 0,01$	A	17 03 02
KB 2 / untere Lage	n.n.	$< 0,01$	A	17 03 02
KB 4 / untere Lage	0,36	$< 0,01$	A	17 03 02

n.n. ... nicht nachweisbar / 17 03 02 ... Bitumengemische

Die PAK-Gehalte lagen durchgehend unterhalb von 25 mg/kg. Der Phenolindex lag durchgehend unter 0,1 mg/l.

Bezug nehmend auf die RuVA-StB 01 der FGSV kann davon ausgegangen werden, dass die gesamte Asphaltschicht des untersuchten Straßenbereiches keine pechhaltigen Bestandteile beinhaltet und somit der Verwertungsklasse A zugeordnet und das Granulat im Heißmischverfahren verwertet werden kann. Dabei ist ein Einsatz in Asphaltmischanlagen und in Baustellenmischverfahren möglich.

5.2.3 Ergebnisse LAGA-Untersuchung

Im Rahmen der Untersuchungen von 2007 und 2018 erfolgten insgesamt 16 Deklarationsanalysen nach den Richtlinien der LAGA. Die Ergebnisse sind als Anlagen 5.1 – 5.21 (Untersuchungen 2007) und 5.42 – 5.73 sowie 5.84 – 5.87 (Untersuchungen 2018) beigelegt.

Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle 9 zusammengefasst.

Tab. 9 Ergebnisse LAGA-Untersuchungen und Vergleich zu Zuordnungswerten LAGA 2004

Aufschluss / Probe	Tiefe [m]	zuordnungsrelevante Parameter		Zuordnungs- wert LAGA	AVV-ASN
		Feststoff [mg/kg]	Eluat [mg/l]		
Auffüllung, Schottertragschicht					
B 10 / P2	0,25 – 0,8	MKW: 1.100 > 600 As: 96 > 45	As: 0,034 > 0,02	Z2	17 05 04
B 12 / P2	0,5 – 0,8	--	Cu: 0,065 > 0,06	Z2	17 05 04
B 13 / P2	0,4 – 0,6	Cu: 150 > 120	--	Z2	17 05 04
SCH 5 - 7 / P1	0 – 0,5	As: 19 > 10 Cr: 83 > 30 Cu: 54 > 20 Ni: 90 > 15 Zn: 160 > 60	--	Z1.1	17 05 04
SCH 10 / P2	0,55 – 0,7	MKW: 906 > 600	--	Z2	17 05 04
Mischprobe 3 KB 1/P2 + KB 2/P2	0,4 – 0,7	MKW: 345 > 100 As: 20 > 10 Cr: 38 > 30 Cu: 47 > 20 Ni: 62 > 15 Zn: 93 > 60	--	Z1.1	17 05 04
Auffüllung, Schottertragschicht, Bankett					
Mischprobe A1 / BS / P1 + A2 / BS / P1	0 – 0,4	--	As: 0,11 mg/l > 0,06 mg/l	> Z2	17 05 04
A3 / BS 1 / P1	0 – 0,3	Cyanide: 4,6 > 3	Cr: 0,043 > 0,025 Cu: 0,064 > 0,06 Ni: 0,027 > 0,02	Z2	17 05 04

Tab. 9 Ergebnisse LAGA-Untersuchungen und Vergleich zu Zuordnungswerten LAGA 2004

Aufschluss / Probe	Tiefe [m]	zuordnungsrelevante Parameter		Zuordnungs- wert LAGA	AVV-ASN
Auffüllung, allgemein					
SCH 10 / P3	0,7 – 1,0	MKW: 646 > 600	As: 0,026 > 0,02	Z2	17 05 04
A4 / Mitte / P1	0 – 0,6	Cr: 49,9 > 30 Cu: 46,4 > 20 Ni: 51 > 15	--	Z1.1	17 05 04
A7 / BS / P1	0 – 2,0	--	As: 0,11 mg/l > 0,06 mg/l	> Z2	17 05 04
A8 / BS / P1	0,4 – 0,9	As: 58,1 > 45 Cyanide: 3,8 > 3	As: 0,049 > 0,02	Z2	17 05 04
Mischprobe Deponie BS 1 / P2 + BS 2 / P1	0,3 – 3,0	--	Sulfat: 445 mg/l > 200 mg/l	> Z2	17 05 04
Auelehm					
A8 / BF+10 m / P1	0,2 – 1,0	Cyanide: 6,5 > 3	--	Z2	17 05 04
Hangschutt					
Mischprobe A4 / Mitte / P2 + A4 / Nord / P2	1,0 – 2,0	Cu: 36,7 > 20 Ni: 39 > 15 Zn: 74,8 > 60	--	Z1.1	17 05 04
A5 / Mitte / P1	0,1 – 1,2	Cyanide: 3,7 > 3	--	Z2	17 05 04

17 05 04 ... Boden und Steine

Im Ergebnis der Untersuchungen sind folgende Bewertungen vorzunehmen:

Für die aus dem Bereich der **Schottertragschicht** untersuchten Proben sind überwiegend erhöhte Schwermetall- / MKW-Gehalte nachgewiesen worden, die eine Einordnung in die Zuordnungswerte Z2 der LAGA nach sich ziehen. Nur bei 2 der 6 untersuchten Proben sind die Schwermetallgehalte noch innerhalb der Zuordnungswerte Z1.

Die Werte der geogenen Hintergrundbelastung liegen deutlich unterhalb der ermittelten Schadstoffgehalte, so dass eine geogen bedingte Erhöhung ausgeschlossen werden kann. Eine Verwertbarkeit der Materialien der vorhandenen Tragschicht ist gegeben, allerdings sollte von einem Einbau in der Einbauklasse 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) ausgegangen werden. Ein Einbau dieser Materialien muss unter einer Dichtungsschicht erfolgen, wobei bei Straßendämmen die wasserundurchlässige Fahrbahndecke Teil der Dichtungsschicht sein kann. Aufgrund der weitgestuften Körnung ist eine gute Verdichtbarkeit der Tragschichtmaterialien gegeben. Diese können daher für Dammbaumaßnahmen im Straßenbereich unterhalb der Schichten des ungebundenen Oberbaus eingesetzt werden.

Die aus dem **Bankettbereich** entnommenen und untersuchten Proben wiesen Schadstoffgehalte auf, die innerhalb der Zuordnungswerte Z2 und teilweise auch oberhalb dieser Z2-Werte lagen. Maßgebend waren wiederum die Schermetallgehalte, allerdings auch der Parameter Arsen im Eluat sowie Cyanide.

Für die aus dem oberen Bereich der Böschungsschulter entnommenen Proben A7/BS/P1 und A8/BS/P1 sind ebenfalls gleichartige Schadstoffgehalte ermittelt worden, so dass auch für tiefere Bereiche innerhalb des Banketts diese Bewertung angenommen werden muss. Eine Verwertbarkeit der Bankettmaterialien ist somit nur teilweise gegeben (Einbauklasse 2, eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen).

Für die Proben mit einer Überschreitung der Zuordnungswerte Z2 wurden ergänzende Untersuchungen nach der Deponieverordnung durchgeführt. Die Prüfprotokolle sind als Anlage 5.74 – 5.83 dem Gutachten beigelegt.

Aufgrund der Arsengehalte im Eluat würde sich eine Zuordnung in die Deponieklasse 1 ergeben, allerdings wurden infolge der Durchwurzelung dieser Schicht erhöhte TOC-Gehalte und erhöhte Glühverluste ermittelt, die die Grenzwerte der Deponieklasse 1 überschreiten und eine Einordnung in die Deponieklasse 2 nach sich ziehen. Da es sich nicht um Grenzwertüberschreitungen infolge organischer Schadstoffe handelt, wäre eine mögliche Deponierung in der Deponieklasse 1 mit den Fachbehörden abzustimmen.

Bei den aus dem Bereich des Unterbaus der vorhandenen Straßen / Wege untersuchten **Auffüllungsböden (Auffüllung, allgemein)** sind ebenfalls erhöhte Schwermetall- / MKW-Gehalte nachgewiesen worden, die eine Einordnung in die Zuordnungswerte Z2 (SCH 10 / P3) bzw. Z1.1 (A4 / Mitte / P1) der LAGA nach sich ziehen. Eine Verwertbarkeit ist innerhalb der Einbauklasse 1 (eingeschränkter offener Einbau) bzw. der Einbauklasse 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) gegeben.

Für die untersuchten **Auelehme** wurden erhöhte Cyanidgehalte festgestellt, die eine Einordnung in die Zuordnungswerte Z2 nach sich ziehen. Eine Verwertung in der Einbauklasse 2 ist theoretisch möglich, jedoch aufgrund der ungünstigen Verdichtungseigenschaften eher nicht umsetzbar. Es sollte daher von einer Entsorgung der Böden ausgegangen werden. Eine nochmalige Beprobung im Zuge der Baumaßnahme ist zu empfehlen (um eine ggf. günstigere Einstufung zu erhalten).

Die untersuchten **Hangschuttbildungen** zeigten erhöhte Cyanidgehalte (A5/Mitte/P1) die eine Verwertung in der Einbauklasse 2 zulassen (Einhaltung Z2-Werte). Die erhöhten Cyanidgehalte sind eigentlich eher ungewöhnlich (eigentlich Schadstoff an Gaswerksstandorten und im Zuge von Erzaufbereitungen). Die Z1-Werte werden auch nur geringfügig überschritten.

Die aus dem Bereich A4 Mitte entnommene und untersuchte Probe wies nur geringfügig erhöhte Schwermetallgehalte auf. Eine Verwertung ist in der Einbauklasse 1 möglich (eingeschränkter offener Einbau). In der Regel sollte für die Hangschuttbildungen von einer Einhaltung der Zuordnungswerte Z1 ausgegangen werden. Für lokal auftretende Überschreitungen ist eine Zulage bei einer Verwertung in der Klasse Z2 vorzusehen.

Die untersuchten haldenförmige Aufschüttung am talseitigen Böschungsfuß vor der der Brücke über die Weiße Elster zeigte eine **mit Bauschuttanteilen durchsetzte Auffüllung**, die eine Mächtigkeit von bis zu 3 m aufwies. An der untersuchten Mischprobe (Deponie BS 1 / P2 + Deponie BS 2 / P1) wurden erhöhte Sulfatgehalte nachgewiesen, die die Z2-Werte der LAGA überschreiten und auf die Bauschuttanteile zurückzuführen sind. Bei einer Entsorgung der Böden wäre von der Deponieklasse 1 auszugehen (Sulfatgehalt $445 \text{ mg/l} < 2000 \text{ mg/l}$).

5.2.4 Abrasivitäts-Index / einaxiale Druckfestigkeit

An 4 entnommenen Gesteinsproben wurden im Geotechnik Labor der Hochschule Dresden der Abrasivitäts-Index ermittelt. Die Ergebnisse sind dem Gutachten als Anlage 11, Blatt 1 – 6 beigelegt und in nachstehender Tabelle 10 zusammengefasst.

Die Lage der Probenahmepunkte wurde in den Lageplan der Anlage 1.4 und 1.5 eingetragen und ist nachfolgend zusammengestellt:

Probe 1	Wirtschaftsweg, Station 0+780	Kernstück aus A12 Schurf 3
Probe 2	Wirtschaftsweg, Station 0+880	Kernstück aus A11, Felswandung
Probe 3	B 92, talseitiger Böschungsfuß, Station 0+820	Kernstück Felswandung
Probe 4	B 92, talseitiger Böschungsfuß, Station 0+830	Kernstück Felswandung

Tab. 10 Zusammenfassung Prüfergebnisse Abrasivität / einaxiale Druckfestigkeit

Parameter	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Rohdichte ρ [kg/m^3]	2,63	n.e.	n.e.	n.e.
Abrasivitätsindex CAI [-]	2,85	1,14	0,67	1,18
Abrasivität, qualitativ	stark abrasiv	abrasiv	schwach abrasiv	abrasiv
Einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ [MPa]	59,9	n.e.	n.e.	n.e.

n.e. ... nicht ermittelt

Die Abrasivität variiert zwischen schwach abrasiv und stark abrasiv. Bei quarzitischen Zwischenlagen im Phyllit ist eine starke bis extreme Abrasivität anzunehmen.

Für 1 entnommene Gesteinsprobe konnte die einaxiale Druckfestigkeit ermittelt werden. Aus den anderen Kernstücken war kein Probekörper gewinnbar. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der in der näheren Umgebung durchgeführten Baugrunduntersuchungen ist die ermittelte Druckfestigkeit als charakteristisch anzunehmen. Der im Untersuchungsbereich anstehende Phyllit ist als mäßig harter Fels bis harter Fels nach DIN 1054 einzustufen ($q_{u,k} = 10 \text{ MPa} \dots 100 \text{ MPa}$). Bei quarzitischen Zwischenlagen kann die Druckfestigkeit Werte bis zu 200 MPa annehmen.

5.2.5 Untersuchung auf betonangreifende Inhaltsstoffe

Für die aus dem Grundwasser im Talbereich entnommene Wasserprobe (km 0+770; A8 BF +10 m) wurden die betonangreifenden Inhaltsstoffe ermittelt. Die Ergebnisse liegen als Anlage 5 bei. In Tabelle 11 erfolgte eine Zusammenfassung der für die Bestimmung der betonangreifenden Inhaltsstoffe wesentlichen Parameter.

Tab. 11 Untersuchungsergebnis der Wasserprobe auf betonangreifende Stoffe (DIN 4030)

Parameter	Einheit	Ergebnis WP A8/BF+10m	Grenzwerte Expositionsclassen (DIN 4030)		
			XA 1 (schwach)	XA 2 (stark)	XA 3 (sehr stark)
pH – Wert	-	5,7	6.5 - 5.5	< 5.5 - 4.5	< 4.5
Magnesium (Mg^{2+})	mg/l	9,9	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	< 0,06	15 - 30	30 - 60	> 60
Sulfat (SO_4^{2-})	mg/l	93,4	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000
CO ₂ (kalklösend)	mg/l	57,2	15 - 40	> 40 - 100	> 100

Erläuterung: n.n. - nicht nachweisbar Fettdruck - Grenzwertüberschreitung

Danach wurde bei der Wasserprobe eine Überschreitung des Grenzwertes der kalklösenden Kohlensäure festgestellt, so dass die Wässer nach den Bewertungskriterien der DIN 4030 als "stark betonangreifend" einzustufen ist. Es ist eine Zuordnung zur Expositionsklasse XA 2 vorzunehmen.

5.3 B 92, vorhandener Ober- und Unterbau

5.3.1 Beschreibung des Fahrbahnaufbaus

Durch die Aufschlüsse im Straßenbereich der B 92 wurde die in nachstehender Tabelle 12 zusammengefassten Oberbaustärken ermittelt. Im Zuge der ergänzenden Untersuchungen erfolgten keine Bohrungen im Bereich der Fahrbahn der B 92.

Tab. 12 Unterkante der Oberbauschichten an den Aufschlusspunkten innerhalb der B92

Aufschluss	Station	Unterkante in m unter FOK		
		Asphalt	Pflaster	Schottertragschicht
KB 1	0+011	0,38 / 0,72		0,65 / 0,95
KB 2	0+364	0,48		0,70
SCH 9	0+444	0,65		-
B10	0+506	0,25		0,8
B11	0+664	0,35	0,45	0,9
B12	0+791	0,30	0,5	0,4 / 0,8
KB 3	0+869	0,54	0,64	0,8
B13	0+916	0,3	0,4	0,6
B14	1+006	0,25	0,5	
SCH 10	1+042	0,55		0,7
KB 4	1+204	0,24		0,8

5.3.2 Asphalt

Die Asphaltschicht liegt in einer Stärke von 24 cm bis 65 cm vor. Die geringste Stärke wurde im Bereich des bereits neu ausgebauten Teilabschnitts Richtung Adorf festgestellt und wird daher nicht weiter berücksichtigt. Zudem weisen die Rotationskernbohrungen geringere Schichtstärken des Asphalts aus, da in 4 der 5 Bohrungen unterhalb des Asphalts eine Pflasterlage folgt. Sie werden daher in die Mittelwertbildung nicht einbezogen.

Aus den übrigen Aufschlüssen wurde eine mittlere Asphaltmächtigkeit von $0.49 \text{ m} \pm 0.12 \text{ m}$ ermittelt. Der Asphalt ist der Verwertungsklasse A nach RuVA-StB 01 der FGSV zuzuordnen (vgl. Abschnitt 5.2.2). Das Granulat kann im Heißmischverfahren verwertet werden kann. Dabei ist ein Einsatz in Asphaltmischanlagen und in Baustellenmischverfahren möglich.

5.3.3 Ungebundener Oberbau

Die Schichten des **ungebundenen Oberbaus** wurden durch die in Tabelle 12 aufgeführten Aufschlüsse ermittelt.

Zwischen B 11 und B 14 wurde durch die Aufschlüsse direkt unterhalb des Asphalts eine alte Pflasterdecke angetroffen, die sicher bereits vor der Bohrung B 11 einsetzt. Es sollte daher auf dem Teilstück zwischen km 0+500 – 1+020 vom Vorhandensein dieser ehemals als Deckschicht ausgebildeten Pflasterdecke ausgegangen werden.

An der Bohrung B14 wurde auch ein Packlager angetroffen. Mit der Ausbildung des Packlagers ist daher zumindest partiell zu rechnen.

Die Mächtigkeit der unterlagernden **Schottertragschicht** als oberste Schicht des ungebundenen Oberbaus wurde mit 0,15 m – 0,56 m ermittelt. Im Mittel ist von einer Mächtigkeit von 0,4 m auszugehen. Teilweise war eine Abgrenzung der Schottertragschicht von dem unterlagernden grob- bis gemischtkörnigen Unterbaumaterial nicht möglich. Nach DIN 4022 lässt sich die vorhandene Tragschicht als stark sandiger, schwach schluffiger Kies beschreiben (vgl. Abb. 4, Seite 21). Der Feinkornanteil lag im Bereich von 2 % ... 10 % (Bodengruppe GU / GW / GI). Die Kornform ist mit kantig zu kennzeichnen (Breckkorn). Abschnittsweise höhere Feinkornanteile sind möglich.

Die vorhandene Schottertragschicht ist aufgrund der zu erwartenden weiteren Kornzertrümmerung beim Wiedereinbau als nicht frostsicher anzusehen und daher nur zu Zwecken der Bodenverbesserung bzw. Dammherstellung wiederverwendbar.

Der Unterbau (Auffüllung) setzt sich überwiegend aus weitgestuften sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen zusammen, die vermutlich umgelagerte Hangschuttbildungen darstellen. Diese Böden sind ebenfalls weitgestuft und gut verdichtbar, weisen aber gegenüber der alten Tragschicht erhöhte Feinkornanteile auf.

In den Schürfen 9 und 10 wurde auf der alten Schottertragschicht sowie auf dem Untergrund die Tragfähigkeit mittels dynamischer Plattendruckversuche geprüft (vgl. Anlage 6). Auf der Schottertragschicht und der gemischtkörnigen Auffüllung wurden Verformungsmoduln $E_{v2} = 56 \dots 77 \text{ MPa}$ nachgewiesen (Sch 10). Im Schurf 9 weist der niedrige Verformungsmoduln $E_{v2} = 11 \text{ MPa}$ auf eine Unterlagerung durch bindige Böden hin (Verwitterungs- oder Gehängelehme).

5.4 Oberbauschichten im Bereich des Zufahrtsweges zur Kleingartenanlage

5.4.1 Beschreibung des Wegeaufbaus

Die oberflächennahe Baugrundsichtung im Bereich des Zufahrtsweges zur Kleingartenanlage bzw. der Weg unterhalb der Kleingartenanlage wurde 2007 durch die Schürfe SCH 5–SCH 7 ermittelt (vgl. Anlage 2.19 – 2.21). Die tiefere Baugrundsichtung wurde durch die Bohrungen B5 (Anl. 2.5 und 3.10), B6 (Anl. 2.6 und 3.12) sowie die Kleinrammbohrungen BS 1/ BS 2 (Anl. 2.25 – 2.26) ermittelt. Zudem wurde 2007 durch die Bohrungen B 8 (Anl. 2.8) und B9 (Anl. 2.9) und BS 6 (Anl. 2.30) die Baugrundsichtung im Bereich der Zufahrt zur Kleingartenanlage aus südlicher Richtung ermittelt. Diese wird im Ergebnis der gegenwärtigen Planung zurückgebaut und die Bohrstellen liegen im Bereich des künftigen Böschungssystems (vgl. Querprofile Anlagen 3.20 ... 3.22).

Im Zuge der ergänzenden Untersuchungen 2018 wurden im Bereich des Weges weitere Aufschlüsse niedergebracht:

- A6 WW, vgl. Anlage 2.50 und Anlage 3.9
- Profil A4, Station 0+035, vgl. Anlage 2.44 ... 2.46 und Anlage 3.23
- A5, Station 0+085, vgl. Anlage 2.47 und Anlage 3.24
- A11, Station 0+580, vgl. Anlage 2.61 und Anlage 3.25
- Profil A12, Station 0+780, vgl. Anlage 2.62, 2.67 und Anlage 3.26
- Profil A13, Station 0+780, vgl. Anlage 2.63, 2.64, 2.66 und Anlage 3.27
- Profil A13, Station 0+780, vgl. Anlage 2.63, 2.64, 2.66 und Anlage 3.27

Die Baugrundsichtung im Wegbereich wird durch in nachstehender Tabelle 13 zusammengefasst, wobei nur die Bohrungen im Bereich des bestehenden Weges aufgenommen wurden.

Tab. 13 Baugrundsichtung im Wegbereich

Aufschluss	Station	Unterkante in m unter FOK			
		Auffüllung	Gehängelehm	Hangschutt	Phyllitzersatz
Weg, Zufahrt von B 92 und Weg oberhalb Gartenanlage					
A4 Mitte	0+035	0,6	1,0	2,0	> 2,5
A5	0+085	-	0,1	1,2	> 2,0
A11	0+580	0,5			> 1,0
A12	0+780	-	0,5	1,2	2,0
A13	0+973	0,5	0,5 – 1,0	1,3 – 3,4	> 2,0
Weg unterhalb Gartenanlage					
A6		0,4		1,0	> 2,0
BS 1 / SCH 5		0,5 – 1,3	> 0,6 – 1,6		> 3,0
B5		1,1 – 1,6 ^{*1)}	1,8	3,1	> 7,0
BS 2		0,5	1,1		> 2,9
SCH 6		0,2 – 0,6 ^{*2)}			
B6			2,0		> 7,0
SCH 7		0,2		> 0,55	

^{*1)} Kohlegrus unter gemischtkörniger Auffüllung

^{*1)} bindige Auffüllung unter gemischtkörniger Auffüllung

Innerhalb der Wegbereiche zeigte sich überwiegend eine geringmächtige gemischtkörnige Tragschicht (Mächtigkeit 0,2 m – 0,6 m), die im Mittel einen schluffigen bis stark schluffigen, sandigen Kies darstellt (vgl. Abb. 5, Seite 22). Im Liegenden folgen feinkörnige bis gemischtkörnige Böden (Gehängelehm, bindige Auffüllungsböden bzw. Hangschutt).

Für den Hangschutt wurde die Verdichtbarkeit durch Ausführung eines Proctorversuchs ermittelt (Anlage 4.13). Aufgrund der weitgestuften Körnung ist für die gemischtkörnigen Böden (Hangschuttbildungen) eine gute Verdichtbarkeit gegeben (Proctordichte $\rho_{PR} = 2.01 \text{ g/cm}^3$, optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 10.6 \text{ \%}$).

Die vorhandene Wegbreite beträgt ca. 2 m. Im Zuge des Ausbaus wird eine Verbreiterung auf 3 m zzgl. einer Bankettbreite von je 0,5 m erfolgen. Damit erfolgen für den größtenteils parallel zum Hang verlaufenden Weg hangseitig Abträge und talseitig Anschüttungen. Tendenziell wird hangseitig ein Einschnitt in Hangschuttbildungen erfolgen, während talseitig ein Aufbau oberhalb der Gehängelehme erfolgt.

5.4.2 Tragfähigkeit / Ergebnisse Plattendruckversuche

Durch dynamische Plattendruckversuche wurden im Jahr 2007 die Tragfähigkeitswerte auf der Oberkante der gemischtkörnigen Tragschicht als auch auf dem Untergrund ermittelt. Die Ergebnisse sind in Anlage 6 enthalten.

Die vorhandene Tragschicht weist Verformungsmoduln $E_{v2} = 87 \dots 123 \text{ MPa}$ auf. Die auf der Schurfsohle ausgeführten Versuche ergaben wesentliche geringe Werte von $E_{v2} = 6 \dots 23 \text{ MPa}$ und entsprechen den Erwartungswerten für die größtenteils angetroffenen feinkörnigen Gehängelehme, die als gering tragfähig einzuschätzen sind.

5.5 Baugrundsichtung – Allgemeine Beschreibung der Baugrundverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse im Bereich des Ausbauabschnittes werden durch die morphologische Lage im Hangbereich des nach Westen ansteigenden Berges oder die Lage im Talbereich geprägt. Die Bezeichnung und Nummerierung der Baugrundsichten greift die in U14 – U16 verwendete Nomenklatur auf. Nachstehend sind die im Untersuchungsbereich angetroffenen Baugrundsichten aufgeführt. Diese sind als Homogenbereiche in Sinne der DIN 18300 und DIN 18301 zu betrachten.

Tab. 13 Verbreitung Baugrundsichtung im Untersuchungsgebiet

Baugrundsicht / Homogenbereich	Bezeichnung / Lithotyp	Hangbereich	Talbereich	Verkehrswege
1	Mutterboden	+	+	
2a	Auffüllung / Schottertragschicht	+	+	+
2b	Auffüllung, allgemein	+	+	+
3	Gehängelehm	+		
4a	Auelehm		+	
4b	Torf		+	
5	Hangschutt	+		
6	Flussschotter / Bachablagerung		+	
7a	Phyllit, stark verwittert bis zersetzt	+	+	
7b	Phyllit, angewittert bis unverwittert	+	+	
8	Diabas	+	+	

Die Korngrößenverteilungen der Baugrundsichten sind im Abschnitt 5.2.1 für die einzelnen Baugrundsichten separat dargestellt.

Nachstehend erfolgt eine Beschreibung der einzelnen Baugrundsichten. Hinsichtlich der Klassifizierungen und Kennwerte wird auf Abschnitt 5.6 verwiesen.

Baugrundsicht 1 / Homogenbereich 1 – Mutterboden / Oberboden

Diese Schicht stellt die humose Deckschicht außerhalb der Verkehrswege dar. Sie ist innerhalb der bewaldeten Hänge meist nur geringmächtig ausgebildet (meist 0,1 m ... 0,2 m) und stark mit Pflanzenanteilen durchsetzt (torfige Ausbildung) bzw. durchwurzelt. Im Talbereich und im Bereich flach geneigter Hänge bzw. horizontal verlaufender Flächen kann die Mächtigkeit bis zu 0,4 m betragen. Nach DIN 4022 ist die Schicht als stark humoser, sandiger Schluff bzw. stark humoser bis humoser, schluffiger bis stark schluffiger Sand zu beschreiben. Nach DIN 18196 ergibt sich eine Zuordnung zur Bodengruppe OU / OH und bei stark torfiger Ausbildung zur Bodengruppe HZ.

Der Mutterboden der Baugrundschrift 1 ist

- nicht tragfähig
- durchlässig
- nicht verdichtbar

Baugrundschrift 2a / Homogenbereich 2a – Auffüllung, Schottertragschicht

Diese Schicht wurde unterhalb der Asphaltdecke bzw. der Pflasterlage im Bereich der B92 und als oberste Deckschicht im Bereich der angrenzenden Wege angetroffen. Sie stellt die oberste Schicht des ungebundenen Oberbaus dar. Eine Beschreibung erfolgte bereits im Abschnitt 5.3.3 und 5.4.1. Die Mächtigkeit der Schottertragschicht wurde mit innerhalb des Straßenkörpers der B 92 mit 0,15 m – 0,56 m ermittelt. Im Mittel ist von einer Mächtigkeit von 0,4 m auszugehen. Teilweise war eine Abgrenzung der Schottertragschicht von dem unterlagernden grob- bis gemischtkörnigen Unterbaumaterial nicht möglich. Nach DIN 4022 lässt sich die vorhandene Tragschicht als stark sandiger, schwach schluffiger Kies beschreiben (vgl. Abb. 4, Seite 22). Der Feinkornanteil lag im Bereich von 2 % ... 10 % (Bodengruppe GU / GW / GI). Die Kornform ist mit kantig zu kennzeichnen (Breckkorn). Abschnittsweise höhere Feinkornanteile sind möglich.

Die Schottertragschicht der Baugrundschrift 2a ist

- sehr gut tragfähig
- stark durchlässig
- gut verdichtbar
- gering verformungsempfindlich
- nicht witterungs- und frostempfindlich

Baugrundschrift 2b / Homogenbereich 2b – Auffüllung, allgemein

Innerhalb der Wegbereiche zeigte sich überwiegend eine geringmächtige gemischtkörnige Tragschicht (Mächtigkeit 0,2 m – 0,6 m), die im Mittel einen schluffigen bis stark schluffigen, sandigen Kies darstellt. Zudem sind im Liegenden der Schottertragschicht im Straßenbereich der B 92 gemischtkörnige Auffüllungsböden angetroffen worden, die als umgelagerte Hangschuttbildungen mit steinigen Anteilen gekennzeichnet werden können. Die Mächtigkeit der Auffüllungsböden variiert in einem weiten Rahmen, wobei die Auffüllungsmächtigkeit am talseitigen Fahrbahnrand am größten ist. So wurde durch die Aufschlüsse A1 BS (Station 0+150) und B10 (Station 0+505) die Unterkante dieser Auffüllung bei 4,4 m unter OK Fahrbahn angetroffen. Das Körnungsband dieser Auffüllungsböden ist in Abbildung 5 auf Seite 23 dargestellt. Nach DIN 4022 sind die Auffüllungsböden als stark sandige, schluffige bis stark schluffige, vereinzelt steinige Kiese zu beschreiben. Der Feinkornanteil lag im Bereich von 7 % ... 37 % (Bodengruppen GU/GU*/SU/SU*). Vereinzelt höhere Feinkornanteile (Bodengruppe UL) oder geringere Feinkornanteile (Bodengruppe GW) sind nicht auszuschließen. Ebenso sind lokal Fremdbeimengungen festgestellt worden (Asche, Ziegelreste). Die Kornform ist mit kantig bis kantengerundet zu kennzeichnen. Die Lagerungsdichten der gemischtkörnigen Auffüllungsböden variierte zwischen locker und mitteldicht bis dicht.

Die Auffüllungsböden der Baugrundsicht 2b sind

- mäßig bis gut tragfähig
- durchlässig bis schwach durchlässig
- mäßig bis gut verdichtbar
- mäßig verformungsempfindlich
- mittel bis stark witterungs- und frostempfindlich

Baugrundsicht 3 / Homogenbereich 3 – Gehängelehm

Die Gehängelehme stellen die natürliche Deckschicht im Bereich der angrenzenden Hänge unterhalb des Oberbodens dar. Die Gehängelehme sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil als fein- bis gemischtkörnige Böden zu charakterisieren und nach DIN 4022 als stark sandige, stark schluffige, kiesige bis stark kiesige Sande bzw. stark schluffige, sandige bis stark sandige Kiese zu beschreiben (vgl. Abb. 6, Seite 23). Der Feinkornanteil variierte in der Regel zwischen 30% ... 40 % (Bodengruppen GU*/SU*). Vereinzelt höhere Feinkornanteile (Bodengruppe UL/UM, Schluff, stark sandig, stark kiesig bis kiesig) sind ebenfalls festgestellt worden. Die Kornform ist kantig bis kantengerundet. Die Gehängelehme wiesen in der Regel eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Die ermittelten Konsistenzgrenzen weisen für den Boden eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität aus (vgl. Abb. 7, Seite 23). Im Ergebnis der Feldversuche wurde häufig eine leichte Plastizität ermittelt.

Die Mächtigkeit der Gehängelehme ist im Bereich der zumeist steil einfallenden Hänge gering und beträgt selten mehr als 1 m. In der Regel variiert die Mächtigkeit zwischen 0,4 m und 0,7 m.

Die Gehängelehme der Baugrundsicht 3 sind

- mäßig bis gering tragfähig
- schwach durchlässig
- schwer verdichtbar
- mäßig bis stark verformungsempfindlich
- stark witterungs- und frostempfindlich

Baugrundsicht 4a / Homogenbereich 4a – Auelehm

Im Talbereich unterhalb des Hanges wurden die Auelehme als feinkörnige Sedimente der Weißen Elster erbohrt. Sie stellen die bindige Deckschicht im Talbereich dar. Die Auelehme sind nach DIN 4022 als tonige, schwach sandige bis sandige, schwach kiesige, z.T. schwach organische Schluffe zu beschreiben. Der Feinkornanteil variierte zwischen 70% ... 80 % (vgl. Abb. 8, Seite 24). Die Kornform ist gerundet.

Die Auelehme wiesen in Abhängigkeit von der Lage zum Grundwasserspiegel eine unterschiedliche Konsistenz auf, die sich zwischen steif und halbfest (oberhalb Grundwasserspiegel) und weich (unterhalb bzw. im Einflussbereich des Grundwasserspiegels) bewegte. Die ermittelten Konsistenzgrenzen weisen für den Boden eine mittlere bis ausgeprägte Plastizität aus (vgl. Abb. 7, Seite 24).

Die Schichtmächtigkeit nimmt vom Talrandbereich in Richtung zur Weißen Elster zu. In den wenigen Aufschlüssen, die im Talbereich getätigt wurden, wurde die Unterkante der Auelehme zwischen 1,0 m und 2,1 m unter GOK angetroffen. Zum Teil erstrecken sich die Auelehme bis unter die angrenzende hangseitige Böschung.

Die Auelehme der Baugrundsicht 4a sind

- gering tragfähig
- sehr schwach durchlässig
- nicht bis schwer verdichtbar
- stark verformungsempfindlich
- stark witterungs- und frostempfindlich

Baugrundsicht 4b / Homogenbereich 4b – Torf

Diese Schicht wurde nur als geringmächtige Zwischenlage an der Basis der Auelehme angetroffen (A8 BF, Station 0+770). Es handelte sich um einen stark zersetzten, sandigen Torf mit Muddeanteilen.

Der Torf ist der Baugrundsicht 4b ist als

- nicht tragfähig
- durchlässig
- nicht verdichtbar
- extrem verformungsempfindlich
- mittel witterungs- und frostempfindlich

zu kennzeichnen.

Baugrundsicht 5 / Homogenbereich 5 – Hangschutt

Der Hangschutt ist im Bereich der ansteigenden Hänge zum Teil im Liegenden der geringmächtigen Gehängelehme und zum Teil direkt unterhalb des Oberbodens angetroffen worden. Der Schichtverlauf ist hangparallel bei einer Schichtmächtigkeit zwischen 0,5 m und bis zu 3,5 m. Im Mittel beträgt die Schichtmächtigkeit 0,5 m ... 1,0 m und es erfolgt im Liegenden ein Übergang zum stark verwitterten bis zersetzten Phyllit. Die Grenze ist dabei aufgrund ähnlicher petrographischer Zusammensetzung nur schwer festlegbar. Der Hangschutt stellt sich als gemischtkörniger Boden dar und ist nach DIN 4022 als sandiger bis stark sandiger, schluffiger bis stark schluffiger, schwach steiniger Kies zu beschreiben (vgl. Abb. 9, Seite 25). Der Feinkornanteil variierte in der Regel zwischen 8% ... 27 % (Bodengruppen GU/GU*). Die Kornform ist kantig bis kantengerundet.

Die Hangschuttbildungen der Baugrundsicht 5 sind

- gut tragfähig
- durchlässig
- gut verdichtbar
- gering verformungsempfindlich
- mittel bis stark witterungs- und frostempfindlich

Baugrundsicht 6 / Homogenbereich 6 – Flussschotter / Bachablagerung

Im Talbereich wurden im Liegenden des Auelehms durch die Aufschlüsse A7 BF (km 0+620) und A8 BF +10 m (km 0+770) die grob- bis gemischtkörnigen fluviatilen Ablagerungen der Weißen Elster angetroffen, die als Flussschotter bezeichnet werden. Die Zusammensetzung der Schotter hängt von der Fließgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Ablagerung zusammen und kann stark variieren. Aufgrund der nur bedingten Begehrbarkeit des Talbereiches am Fuß des Hanges konnten nur kleine Bohrdurch-

messer niedergebracht werden, so dass im Kernrohr die steinigen Anteile unterrepräsentiert sind. Daher wird auf die Untersuchungsergebnisse aus (U16) verwiesen, wobei die 2018 ermittelte Korngrößenverteilung in Bezug zu dem Körnungsband aus (U16) dargestellt wurde (Abb. 10, Seite 26).

Nach DIN 4022 sind die Flussschotter als stark sandige bis sandige, schluffige, schwach steinige bis stark steinige, geröllführende Kiese zu beschreiben. Die Kornform ist rund bis kantengerundet. Nach DIN 18196 ergibt sich eine Zuordnung zu den Bodengruppen GU*/GU. Die Lagerungsdichte der Flussschotter wurde im Rahmen von (U16) mit locker bis mitteldicht ermittelt.

Die Flussschotter der Baugrundsicht 6 sind

- gut tragfähig
- durchlässig bis stark durchlässig
- gut verdichtbar
- gering verformungsempfindlich
- nicht bis mittel witterungs- und frostempfindlich

Baugrundsicht 7a / Homogenbereich 7a – Phyllit, stark verwittert bis zersetzt

Der stark verwitterte bis zersetzte Phyllit der Baugrundsicht 7a bildet den durch die Wirkung der Atmosphären aufgelockerten und mineralogisch veränderten Hangendbereich des großräumig anstehenden Phyllits. Durch die Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen wurde die Unterkante dieser Verwitterungszone nicht ermittelt, da diese Aufschlussverfahren nur bedingt für steinige Böden einsetzbar sind. Die Kleinrammbohrungen bzw. Rammsondierungen mussten innerhalb dieser Bodenklasse eingestellt werden, ohne die Unterkante der Verwitterungsbildungen eindeutig zu belegen. Selbst durch die Bohrungen war eine eindeutige Abgrenzung des verwitterten Phyllits vom unterlagernden angewitterten Phyllit nur schwer möglich, da durch die Verwitterungsprozesse ein kontinuierlicher Übergang von verwitterten zu angewitterten Gesteinspartien geschaffen wird.

Die Zersatz- und Verwitterungsbildungen stellen die Übergangsschicht zu dem anstehenden, massiven Phyllit dar. Die Ermittlung von Korngrößenverteilungen ist nur an stärker zersetzten Partien möglich, da die stark verwitterten Phyllite eher steinigen Böden entsprechen und eine Beprobung anhand von Kleinrammbohrungen nur eingeschränkt möglich ist. Die Zersatzbildungen des Phyllits sind entsprechend der ermittelten Korngrößenverteilungen (vgl. Abb. 10, Seite 26) als gemischtkörnige Böden zu charakterisieren und nach DIN 4022 als stark sandige, stark schluffige Kiese bzw. stark kiesige, stark schluffige Sande zu beschreiben. Für diese Böden ergibt sich eine Zuordnung zur Bodengruppe GU*. Höhere und geringere Feinkornanteile sind jedoch möglich und führen zu einem Bodengruppenbereich, der sich von GU/SU über GU*/SU* bis zu UL bewegen kann. Steinige Anteile sind immer einzurechnen. Die Kornform ist kantig.

Am verwitterten Phyllit wurden in den Schürfen sowie in den vorhandenen Aufschlüssen Messungen des Einfallens und Streichens der Schichten mit dem Geologenkompass vorgenommen. Das aufgenommene Trennflächensystem ist im Anlagenteil 1, 2 und 3 neben den jeweiligen Aufschlüssen aufgeführt. In Abbildung 12 sind die Ergebnisse dieser Messungen für den Untersuchungsabschnitt zusammengefasst.

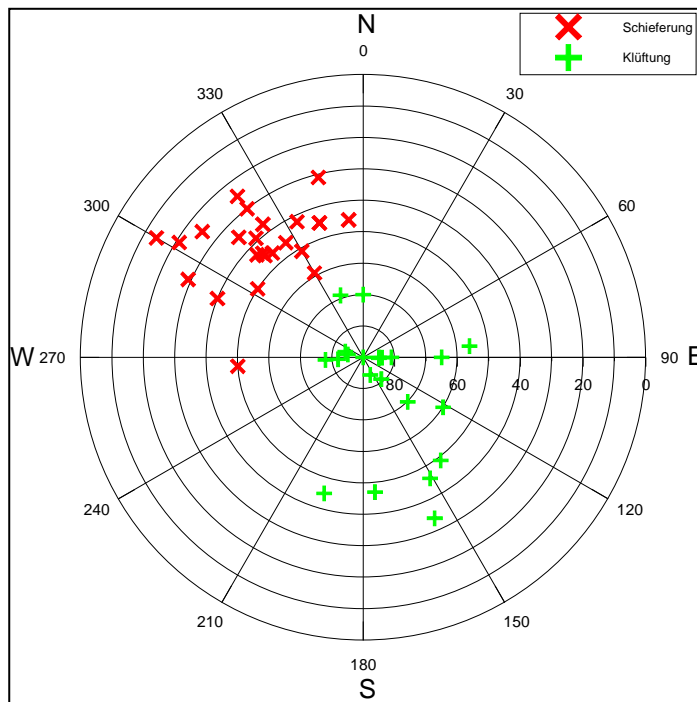


Abb. 12

Darstellung Trennflächensystem im Untersuchungsabschnitt; Einfallswinkel und Einfallrichtung der Schieferungs- und Klüftflächen

Haupttrennflächen bilden die Schieferungsflächen, die einen sehr geringen Trennflächenabstand aufweisen (0,5 cm – max. 10 cm). Es ist von einem vollkommenen Durchtrennungsgrad auszugehen. Der Phyllit ist als dünnplattig bis dickplattig und dementsprechend als sehr stark klüftig bis stark klüftig zu kennzeichnen. Die Schieferungsflächen fielen überwiegend in nordwestlicher Richtung ein (Mittel der Einfallrichtung: 318°, d.h. Streichrichtung SW-NE mit im Mittel 48°). Die Einfallswinkel lagen zwischen 13 ° und 60 ° (flacher bis geneigter Einfall).

Außerdem konnte an den Schürfen die K1 und K2 – Klüftung aufgenommen werden. Der Trennflächenabstand innerhalb dieser Kluftsysteme war größer und lag im Mittel im Bereich von 10 cm – 30 cm (klüftig). Die K1 – Klüftung fiel in zumeist steil bis geneigt in südöstlicher bis südlicher Richtung ein (Einfallswinkel zwischen 33 ° und 90 °). Die K2 – Klüftung wies einen steilen Einfall (55° ... 90°) in östlicher bis südöstlicher Richtung auf.

Zur Ermittlung der Richtung der Haupttrennflächen in Bezug zur Straßenachse wurde von einem Straßenverlauf der B 92 in nordwestlicher Richtung ausgegangen (340°). Ausgehend von der mittleren Einfallrichtung ergibt sich die mittlere Streichrichtung mit 48°, so dass sich ein Winkel zwischen Straßenachse und Streichrichtung von 68° ergibt. Daraus ist eine schräge Ausrichtung RS (im Grenzbereich zu einer querschlägigen Ausrichtung RQ) ableitbar.

Nach dem Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau ist der verwitterte bis stark verwitterte Phyllit wie folgt zu beschreiben:

Petrographisch-gewinnungstechnische Bezeichnung:	ME	Metamorphe Gesteine
Verwitterungsgrad:	VE bis VZ	entfestigt bis zersetzt
Klüftung:	A05	sehr stark klüftig
Lagerung (Raumstellung der Trennflächen)	N3 - N6	flach bis geneigt
Richtung der Haupttrennflächen in Bezug auf Straßenachse:	RS	schräge Ausrichtung

Baugrundschrift 7b / Homogenbereich 7b – Phyllit, angewittert bis unverwittert

Durch die Bohrungen B5 – B14 wurde der **angewitterte Phyllit** der **Baugrundschrift 7b** im Bereich der Hänge erbohrt. Eine orientierte Kernentnahme als auch die Durchführung von Druckfestigkeitsprüfungen an Kernstücken war aufgrund des geringen Trennflächenabstands und der damit nur geringen Längen der Kernstücke nicht möglich.

Der im Untersuchungsbereich anstehende Phyllit ist als mäßig harter Fels bis harter Fels nach DIN 1054 einzustufen ($q_{u,k} = 10 \text{ MPa} \dots 100 \text{ MPa}$). Bei quarzitischen Zwischenlagen kann die Druckfestigkeit Werte bis zu 200 MPa annehmen (vgl. Abschnitt 5.2.4).

Die Abrasivität variiert zwischen schwach abrasiv und stark abrasiv ($CAI = 0,5 \dots 4$). Bei Quarzlagen innerhalb des Phyllits ist eine starke bis extreme Abrasivität anzunehmen ($CAI = 4 \dots 6$).

Nach dem Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau ist der angewitterte Phyllit der Baugrundschrift 7b wie folgt zu beschreiben:

Petrographisch-gewinnungstechnische Bezeichnung:	ME	Metamorphe Gesteine
Verwitterungsgrad:	VA	angewittert
Klüftung:	A05 – A 30	sehr stark klüftig bis klüftig
Lagerung (Raumstellung der Haupttrennflächen)	N3 - N6	flach bis geneigt
Richtung der Haupttrennflächen in Bezug auf Straßenachse:	RS	schräge Ausrichtung

Baugrundschrift 8 / Homogenbereich 8 – Diabas

Als Baugrundschrift 8 wurde durch die Bohrung B9 in einer Tiefe von 3.2 m – 5.9 m ein Diabas als Zwischenlage angetroffen. Diese Intrusiva aus dem Devon sind im Vogtländischen Schiefergebiet häufig anzutreffen. Der Diabas selbst wies eine hohe Festigkeit und kompakte Ausbildung auf. Begleitend war jedoch eine Störungszone anzutreffen (Mächtigkeit 0,6 m), auf der die Gesteine vollständig zersetzt waren.

Zum Verlauf des Diabas sowie der Störung sind mit gegenwärtigem Kenntnisstand keine weiteren Aussagen möglich. In Anlehnung an das bestehende Trennflächensystem ist von einem Einfall in nordwestlicher Richtung mit ca. 40° bis 60° auszugehen.

Zu den **hydrologischen Verhältnissen** werden folgende Aussagen getroffen.

Durch die ausgeführten Bohrungen B 1 – B 14 wurde nur am unmittelbaren Baubeginn im Übergangsbereich zum Tal der Weißen Elster innerhalb des Schluffphyllits ein Wasseranschnitt festgestellt. Der Wasserzutritt erfolgte in Tiefen von 1.6 m (B1) bzw. 2.6 m (B3) unter Ansatzpunkt. In der dazwischen liegenden Bohrung B2 wurde kein Wasserstand registriert. Der Wasseranschnitt in der Bohrung B1 ist auf eine Grundwasserführung im Talbereich zurückzuführen. Für die bereits mit einer Höhe von ca. 449 m HN relativ hoch liegende Bohrung B3 ist von einer Schichtwasserführung innerhalb des Phyllits auszugehen.

Zudem wurde in den Kleinrammbohrungen im Talbereich erwartungsgemäß Grundwasser angetroffen (vgl. A8 BF und A8 BF +10 m, km 0+770). Hier sind Wasserstände von 1,2 m ... 1,3 m unter GOK ermittelt worden. Bei Hochwasser ist davon auszugehen, dass das Wasser im Hangfußbereich ansteht. Bei Ausspülungen im Hangfußbereich kann das zu Standsicherheitsproblemen an den Böschungen führen. Ein Beispiel hierfür ist der aufgetretene Böschungsbruch unterhalb der Abfahrt des Wirtschaftsweges bei km 0+915.

An den übrigen Aufschlusspunkten im Hangbereich wurde kein Grund- und Schichtwasseranschnitt festgestellt.

Die geringe bis fehlende Wasserführung ist auch in den hydrogeologischen Karten (U21) für die niedrig- bis mittelmetamorphen Gesteine der Frauenbachfolge angegeben. In den Karten wird auf mögliche Quellen des hypodermischen Abflusses hingewiesen.

Im Ergebnis der Untersuchungen ist davon auszugehen, dass bei Herstellung der Geländeanschnitte nur eine geringe Wasserführung auf den Kluftsystemen auftritt.

Im Hangbereich ist aufgrund der vorliegenden fein- bis gemischtkörnigen Deckschichten (Gehängelehm/Hangschutt) zudem immer mit einem hypodermischen Abfluss versickernder Niederschlagswässer und damit mit einer temporären Wasserführung zu rechnen.

5.6 Baugrundmodell, Klassifikationen und Kennwerte

5.6.1 Grundlagen und Normen der Einstufung

1. Klassifikationen:

In Kap. 5.6.2. werden die festgestellten Baugrundsichten nach geltenden Normen klassifiziert. Dabei wird für die Lockergesteine die DIN 4022 (Benennen und Beschreiben von Boden und Fels) verwendet.

Die festgestellten Lockergesteinsarten wurden weiterhin in das bautechnische Klassifizierungsschema der DIN 18196 eingeordnet.

Für die Bewertung hinsichtlich des Frostverhaltens wurde die ZTV E-StB 17 verwendet. Hierbei bedeuten:

- F1: nicht frostempfindlich,
- F2: gering- bis mittelfrostempfindlich,
- F3: sehr frostempfindlich.

Im Sinne der im Jahr 2015 eingeführten und 2016 aktualisierten DIN 18 300:2016, DIN 18301:2016 und DIN 18304:2016 erfolgt zudem eine Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche. Die Baugrundsichten 1 – 8 sind als Homogenbereiche zu bewerten und durch die in Tabelle 14 aufgeführten Bodengruppen und Bodenkennwerte charakterisiert. Die Bezeichnung der Baugrundsichten und der Homogenbereiche erfolgt gleichlautend (Baugrundsicht 1 = Homogenbereich 1, Baugrundsicht 2 = Homogenbereich 2, usw.).

Ergänzend hierzu erfolgt die Einstufung in die Bodenklassen der DIN 18300:2012 und DIN 18301:2012.

2. Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Kennzahlen wurden entsprechend der bautechnischen Schichteinstufung anhand der DIN 1055, T2 (Lastannahmen für Bauten) sowie nach Erfahrungswerten, die durch bodenmechanische Laboruntersuchungen an gleichartigen Böden gewonnen wurden, festgelegt.

3. Hydrologische Kennwerte:

Als hydrologische Kennwerte werden die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f (m/s) angegeben.

5.6.2 Klassifikationen und Kennwerte

Die nachstehende Tabelle 14 enthält die getroffene Einstufung der Baugrundsichten und die entsprechenden bodenmechanischen und hydrologischen Kennwerte.

Tab. 14 Schichtung, Eingruppierung, Bodenkenngrößen

Bezeichnung	Mutterboden	Auffüllung, Schottertragschicht	Auffüllung, allgemein	Gehängelehm
Baugrundsicht / Homogenbereich DIN 18 300:2016 DIN 18 301:2016 DIN 18 304:2016	1	2a	2b	3
Bodenart nach DIN 4022	Schluff, stark humos, sandig bzw. Sand, stark humos bis humos, schluffig bis stark schluffig	Kies, stark sandig bis sandig, schwach schluffig, schwach steinig	Kies, stark sandig, schwach schluffig bis stark schluffig, z.T. schwach steinig	Sand, stark schluffig, kiesig bis stark kiesig bis Kies, stark schluffig, sandig bis stark sandig, z.T. schwach steinig
Bodenart (Kurzzeichen) nach DIN 14688	saor*Si si-si*or-or*Sa	co'si'sa-sa*Gr	co'si*-si',sa*Gr	gr*-grsi*Sa co'sa-sa*si*Gr
Bodengruppe nach DIN 18196	OU / UL / HZ	GU / GI / GW	SU / SU* / UL / GU / GU* / GW	SU* / GU* / UL
Steinanteil [%]	0	5 - 10	5 - 10	< 5
Bodenklassen, DIN 18300:2012	1 zu 100 %	3 zu 80 % 5 zu 20 %	3 zu 100 %	4 zu 100 %
Bodenklassen, DIN 18301:2012	BO	BN1 BS 1	BN1 – BN 2 BS 1	BN 2 / BB2- BB3 BS 1
Frostempfindlich- keitsklasse ZTV E-StB 17	F3	F1	F2	F3
Lagerungsdichte, Konsistenz	locker bzw. weich	mitteldicht bis dicht	Locker bis mitteldicht	steif bis halbfest
Wichte cal γ [kN/m ³]	18.0 (17.5 – 18.5)	21.0 (20.0 – 21.5)	19.0 (18.0 – 20.0)	19.5 (19.0 – 20.0)
Wichte unter Auf- trieb cal γ' [kN/m ³]	8.0 (7.5 – 8.5)	11.5 (11.0 – 12.0)	10.0 (9.0 – 11.0)	9.5 (9.0 – 10.0)
Reibungswinkel cal ϕ' [Grad]	25 (23 – 27)	37 (36 – 38)	33 (28 – 35)	26 (24 – 28)
Kohäsion cal c' [kN/m ²]	3 (2 – 5)	0	0 (0 – 2)	7 (5 – 10)
undrÄnierte KohÄ- sion cal c_u [kN/m ²]	15 (10 – 20)	0	0	40 (30 – 50)
Steifemodul Es [MPa]	2 (1 – 4)	60 (40 – 80)	15 (12 – 50)	9 (6 – 15)
Wasserdurchlässig- keitsbeiwert cal k_f [m/s]	$5 \cdot 10^{-6}$ ($5 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-6}$)	$1 \cdot 10^{-4}$ ($3 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-5}$)	$1 \cdot 10^{-5}$ ($1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-7}$)	$5 \cdot 10^{-8}$ ($1 \cdot 10^{-7}$ – $1 \cdot 10^{-8}$)
Abrasivität CAI [-]	-	stark abrasiv 2 – 4	abrasiv 1 - 2	schwach abrasiv 0,5 - 1

Tab. 14 Schichtung, Eingruppierung, Bodenkenngrößen

Bezeichnung	Auelehm	Torf	Hangschutt	Flussschotter / Bachablagerung
Baugrundsicht / Homogenbereich DIN 18 300:2016 DIN 18 301:2016 DIN 18 304:2016	4a	4b	5	6
Bodenart nach DIN 4022	Schluff, sandig bis schwach sandig, schwach kiesig, tonig, z.T. organisch	Torf / Mudde, sandig, stark schluffig	Kies, sandig bis stark sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach steinig bis steinig	Kies, sandig bis stark sandig, z.T. schluffig, schwach steinig bis steinig
Bodenart (Kurzzeichen) nach DIN 14688	orclgr'sa'-saSi	si*saOr	co-co'si*-sisa*-saGr	co-co'sisa*-saGr
Bodengruppe nach DIN 18196	TL / TM / OT	SU* / HZ	GU* / GU	GW / GU
Steinanteil [%]	0	0	5 - 30	5 - 20
Bodenklassen, DIN 18300:2012	4 zu 100 %	2 zu 100 %	3 zu 40 % 4 zu 40 % 5 zu 20 %	3 zu 40 % 4 zu 40 % 5 zu 20 %
Bodenklassen, DIN 18301:2012	BB2 – BB3	BO 1	BN1 – BN 2 BS 1	BN1 BS 1 – BS 3
Frostempfindlich- keitsklasse ZTV E-StB 17	F3	F2	F2 – F3	F2
Lagerungsdichte, Konsistenz	steif bis weich	weich	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht
Wichte cal γ [kN/m ³]	18.5 (17.5 – 19.0)	14.5 (13.0 – 16.0)	19.5 (18.5 – 21.0)	19.0 (18.0 – 20.0)
Wichte unter Auftrieb cal γ [kN/m ³]	8.5 (7.5 – 9.0)	4.5 (3.0 – 6.0)	10.5 (10.0 – 11.5)	10.5 (10.0 – 11.0)
Reibungswinkel cal ϕ' [Grad]	24 (20 – 26)	22 (20 – 24)	33 (30 – 36)	35 (34 – 37)
Kohäsion cal c' [kN/m ²]	5 (4 – 8)	2 (1 – 3)	0 (0 – 5)	0
undrÄnierte Kohäsion cal c_u [kN/m ²]	20 (15 – 40)	0	0	0
Steifemodul E _s [MPa]	3 (2 – 4)	0.5 (0.3 – 2)	30 (15 – 40)	25 (15 – 40)
Wasserdurchlässig- keitsbeiwert cal k_f [m/s]	$2 \cdot 10^{-8}$ ($5 \cdot 10^{-8}$ – $5 \cdot 10^{-9}$)	$5 \cdot 10^{-5}$ ($1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-6}$)	$1 \cdot 10^{-4}$ ($1 \cdot 10^{-3}$ – $5 \cdot 10^{-6}$)	$5 \cdot 10^{-4}$ ($5 \cdot 10^{-3}$ – $5 \cdot 10^{-5}$)
Abrasivität CAI [-]	nicht abrasiv 0 – 0,3	nicht abrasiv 0 – 0,3	stark abrasiv 2 – 4	stark abrasiv 2 – 4

Tab. 14 Schichtung, Eingruppierung, Bodenkenngrößen

Bezeichnung	Phyllit, stark verwittert bis zersetzt	Phyllit, angewittert bis unverwittert	Diabas
Baugrundschiicht / Homogenbereich DIN 18 300:2016 DIN 18 301:2016 DIN 18 304:2016	7a	7b	8
Bodenart nach DIN 4022	Schluffphyllit, stark verwittert bis zersetzt, stark klüftig bis sehr stark klüftig, dünnplattig bis dickplattig, mit quarzitischen Lagen durchsetzt, auf Kluftflächen vollkommener Durchtrennungsgrad	Schluffphyllit, angewittert bis verwittert, stark klüftig bis klüftig, dickplattig bis dünnbankig, mit quarzitischen Lagen durchsetzt, auf Kluftflächen vollkommener Durchtrennungsgrad	Diabas, angewittert, hart, klüftig, mit Quarzbändern durchzogen,
Bodenart (Kurzzeichen) nach DIN 14688	Zersatz: cosi-si*grSa / co*sisa*Gr	-	-
Bodengruppe nach DIN 18196	Zersatz:SU/SU*/GU/GU*/UL	-	-
Steinanteil [%]	30 – 80	100	100
Bodenklassen, DIN 18300:2012	5 zu 10 % 6 zu 80 % 7 zu 10 %	6 zu 10 % 7 zu 90 %	7 zu 100 %
Bodenklassen, DIN 18301:2012	FD1 – FD2 FV1	FD 2 – FD3 FV2 – FV5	FD 2 – FD3 FV2 – FV5
Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB 17	F2 ¹⁾	F2 ¹⁾	F1 ¹⁾
Lagerungsdichte	dicht	dicht	dicht
Wichte cal γ [kN/m ³]	23.0 (22.0 – 24.0)	26.0 (25.0 – 27.0)	26.5 (26.0 – 27.0)
Wichte unter Auftrieb cal γ' [kN/m ³]	13.0 (12.0 – 14.0)	16.0 (15.0 – 17.0)	16.5 (16.0 – 17.0)
Reibungswinkel cal ϕ' [Grad]	35 auf Kluftflächen: 26 – 32	38 auf Kluftflächen: 26 – 32	40 auf Kluftflächen: 26 – 32
Kohäsion cal c' [kN/m ²]	5 auf Kluftflächen: 2	20 auf Kluftflächen: 2 – 5	50 auf Kluftflächen: 2 – 5
undrÄnierte Kohäsion cal cu' [kN/m ²]	80 (50 – 100)	> 200	> 200
Steifemodul Es [MPa]	80 (40 – 150)	> 500	> 500
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert cal k_f [m/s]	Kluftwasserleiter	Kluftwasserleiter	Kluftwasserleiter
Abrasivität	abrasiv 1 – 2	stark abrasiv 2 – 4	stark abrasiv 2 – 4
Druckfestigkeit [MPa]	0,5 – 5	10 – 100 Quarzknuern bis 200	20 – 80

¹⁾ Als frostempfindlich gelten Felsgesteine, die in ihrem kapillarfeinen Porengefüge oder auf den Trennflächen Wasser aufnehmen und dort bei Frost Eis bilden. Da es sich bei dem Schluffphyllit um unter Druck verfestigte Schichtgesteine aus verwitterungsempfindlichen Materialien handelt, sollte der Schluffphyllit als mittel frostempfindliches Gestein eingestuft werden. Der Diabas ist als magmatisches Tiefengestein nicht frostempfindlich.

6 Schlussfolgerungen für die Bauplanung

6.1 Grundhafter Ausbau

Die Planung umfasst den Ausbau der B 92 vom bereits ausgebauten Knotenpunkt der B 92 mit der S 309 bis zum Ortseingang von Adorf.

Im Streckenverlauf werden ein Stützbauwerk zwischen der B 92 und angrenzender Bebauung sowie diverse Böschungssicherungen im Kunststoffbewehrter-Erde-System erforderlich.

Stationierungsangaben: von NK 5639 022 Stat. 2,259 Anschluss an den KP B 92/S 309
bis NK 5639 022 Stat. 0,950 Ortseingang Adorf

Länge der Maßnahme: ca. 1.240 m

Der Ausbau der B 92 ist mit einem zweistreifigen Querschnitt gemäß RQ 11 zuzüglich eines Wartungstreifens bzw. Abbiegespur geplant. Bestehende Einmündungen und Zufahrten bleiben weitestgehend erhalten bzw. werden der neuen Trassierung angepasst.

Die weiteren Angaben zur Planung sind dem Abschnitt 3.3 zu entnehmen.

Für die Bauplanung und Baudurchführung sollten berücksichtigt werden:

- RStO 12
- ZTV E-StB 17,
- Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew Ausgabe 2005
- Merkblatt für die gebirgsschonende Ausführung von Spreng- und Abtragsarbeiten an Felsböschungen, 1984
- verschiedene Merkblätter der FGSV (Hinterfüllung von Bauwerken, Bodenverdichtung im Straßenbau, Maßnahmen zum Schutz des Erdplanums, ...).

Der geplante Straßenausbau betrifft dabei Verkehrswege, die nach RStO 12

- im Falle der Bundesstraße B 92 der Belastungsklasse Bk32
- im Falle der Zufahrts-/Wirtschaftswege der Belastungsklasse Bk0,3

zuzuordnen sind.

Für den grundhaften Ausbau des Verkehrsweges ist bei Anwendung einer Form des standardisierten Oberbaus nach der RStO 12 unter Zugrundelegung der Bauweise „Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht“ ein Tragfähigkeitswert von $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$ (B92) bzw. $E_{v2} = 100 \text{ MPa}$ (Anliegerweg) auf der Oberkante der Tragschicht zu erreichen.

Zur Erreichung dieser Verformungsmoduln wird in der ZTV E-StB 17 auf dem Planum von einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ ausgegangen.

6.1.1 Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus

Für die Bemessung der Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus wird von der Frosteinwirkungszone III ausgegangen (Frostzonenkarte Deutschland, RStO 12).

Die am Planum anstehenden Auffüllungen, Gehängelehme, Hangschuttbildungen und Zersatzbildungen des Schluffphyllits gehören der Frostempfindlichkeitsklasse F2 - F3 an. Für die Bemessung wird der ungünstigere Fall (F3 – Boden) zugrunde gelegt.

Im Bereich der Anliegerstraße bzw. des Wirtschaftsweges ist von anstehenden Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 auszugehen.

Nach der RStO 12 ist die erforderliche Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus wie folgt zu ermitteln:

Tab. 15 Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus, Belastungsklasse Bk32 und Bk0,3

Parameter	Örtliche Verhältnisse	B 92 Bk32	Anliegerstraße BK0,3
Grundwert	F3 – Böden	65 cm	50 cm
Frosteinwirkung	Zone III	+ 15 cm	+ 15 cm
kleinräumige Klimaunterschiede	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm	± 0 cm
Wasserverhältnisse	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	± 0 cm	± 0 cm
Lage der Gradiente	Ein-/Anschnitt	+ 5 cm	+ 5 cm
Randbereiche	außerhalb geschlossener Ortslage	± 0 cm	± 0 cm
Σ frostsicherer Straßenaufbau		85 cm	70 cm

Sollten im Zuge der Herstellung der Dammbauwerke grob- bis gemischtkörnige Liefermaterialien bzw. gemischtkörnige Ausbaustoffe der Baugrundsichten 2a, 2b und 5 zum Einbau gelangen, kann von einer Frostempfindlichkeitsklasse F2 ausgegangen werden, so dass sich der ausgewiesene frostsichere Straßenaufbau um 10 cm verringert.

6.1.2 Tragfähigkeit des Erdplanums

Für die Anwendung einer Form des standardisierten Oberbaus nach RStO 12 ist am Erdplanum ein Tragfähigkeitswert von $E_{v2} > 45$ MPa erforderlich.

Sollte trotz Nachverdichtung dieser Wert nicht erreicht werden, ist nach ZTV E-StB 17 entweder

1. der Untergrund bzw. Unterbau zu verbessern oder zu verfestigen oder
2. die Dicke der ungebundenen Tragschichten zu vergrößern.

In den Geländeanschnitten stehen hangseitig in Abhängigkeit von der Einschnitttiefe überwiegend gemischtkörnige Böden in Form von Hangschutt (Baugrundsicht 5) oder Schluffphyllite (Baugrundsichten 7a / 7b) an. Innerhalb dieser Böden ist mit Verformungsmoduln $E_{v2} > 45$ MPa zu rechnen.

Treten lokal stärker bindig ausgebildete Solifluktsböden auf, für die eine Erreichung der geforderten Planumswerte nicht gewährleistet werden kann, sollte hierfür ein Bodenaustausch in einer Stärke von 0,3 m vorgesehen werden.

Talseitig sind vorwiegend Anschüttungen vorzunehmen, für die beim Einbau der Böden der Nachweis der geforderten Planumtragfähigkeit sich aus der umzusetzenden Verdichtungsanforderung nach ZTV E-StB17 von $D_{PR} > 97 \% \dots 100 \%$ ergibt. Damit können durch die hergestellten Anschüttungen ebenfalls die Anforderungen an die Planumtragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ erfüllt werden.

Im Bereich des Anliegerweges ist auf dem bereits vorhandenen Zufahrtsweg auf der OK der anstehenden Tragschicht der Anforderungswert $E_{v2} > 45 \text{ MPa}$ nachgewiesen worden. Auf dem Planum wurden deutlich geringer Verformungsmoduln nachgewiesen (vgl. Abschnitt 5.4.2, Seite 35). Auch im Bereich der neu zu errichtenden Anliegerstraße zwischen km 0+780 und 0+940 ist mit Unterschreitungen der nach RStO 12 geforderten Planumtragfähigkeit zumindest abschnittsweise zu rechnen (im Bereich anstehender Gehängelehme).

Nach Möglichkeit sollte die vorhandene Planumtragfähigkeit ausgenutzt und eventuell nur auf der bestehenden Tragschicht aufgebaut werden, was allerdings eine Anhebung der Gradienten mit sich bringen würde. Das ist im Bereich angrenzender Grundstücke sicher nicht umsetzbar. Außerhalb der Kleingartenanlage sollte diese Variante jedoch geprüft werden. Es wird empfohlen, nach Herstellung des Planums die Tragfähigkeitswerte durch statische Plattendruckversuche zu überprüfen.

Werden im Zuge des Ausbaus der Wege Bereiche mit geringeren Verformungsmoduln im Bereich anstehender Gehängelehme angetroffen, sollte ein lokaler Bodenaustausch ausgeführt werden, wobei die als Aushub gewonnenen Hangschuttbildungen bzw. die Verwitterungsbildungen des Phyllits als Austauschmaterial zur Bodenverbesserung eingesetzt werden können.

6.1.3 Einbaufähigkeit der Aushubmassen

Hinsichtlich der Einbaufähigkeit wird auf die laborativ ermittelten Korngrößenverteilungen der einzelnen Baugrundsichten verwiesen (vgl. Abb. 3, Seite 21).

Alle Böden weisen eine weitgestufte Korngrößenverteilung und dementsprechend auch gute Verdichtbarkeitseigenschaften auf. Insbesondere die Auffüllungsböden im bestehenden Straßenober- und Straßenunterbau sowie die Hangschuttbildungen und Zersatz-/Verwitterungsbildungen des Phyllits sind für den Wiedereinbau in den Dammbereichen gut verwendbar.

Die grob- bis gemischtkörnigen **Auffüllungsböden der Baugrundsicht 2a und 2b** sind qualitativ als gut verdichtbar einzuschätzen. Für diese Böden ist von einer Proctordichte von $\rho_{Pr} = 2.05 \dots 2.15 \text{ g/cm}^3$ bei einem optimalen Wassergehalt von $w_{Pr} = 8 \% - 10 \%$ auszugehen. Bei den vorliegenden natürlichen Wassergehalten dürften in der Regel Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97 \% \dots 100 \%$ erreichbar sein.

Der **Gehängelehm der Baugrundsicht 3** sowie die **Auelehme der Baugrundsicht 4a** sind als nur mäßig bis schlecht verdichtbar einzuschätzen.

Für den Gehängelehm der Baugrundsicht 3 sind entsprechend der ermittelten Korngrößenverteilung Proctordichten zwischen 1.70 g/cm^3 und 1.80 g/cm^3 anzusetzen bei Einbauwassergehalten zwischen 15% und 19% . Die natürlichen Wassergehalte liegen aufgrund der festgestellten überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz in diesem Bereich. Damit dürften ohne Zusatzmaßnahmen in der Regel Verdichtungsgrade von $95 \% - 97 \%$ erreichbar sein. Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit dieser

Böden ist jedoch die Verarbeitbarkeit stark eingeschränkt. Zusatzmaßnahmen in Form einer Kalkverbesserung sind daher als Eventualposition vorzusehen. Generell sollte nur von einer Andeckung außerhalb der Verkehrswege im Sinne eines Unterbodens ausgegangen werden. Ein Wiedereinbau im Straßenkörper ist nicht sinnvoll.

Die im Talbereich anstehenden Auelehme der Baugrundsicht 4a sind aufgrund hoher Wassergehalte nicht zum Wiedereinbau geeignet. Sie sind zu entsorgen.

Gleiches trifft auf die ggf. im Talbereich als Aushubmaterial anfallenden Torfe / Mudden der Baugrundsicht 4b zu. Diese Böden sind nicht einbaufähig.

Für die **Hangschuttbildungen** der Baugrundsicht 2b wären Proctordichten zwischen 1.80 g/cm^3 und 2.00 g/cm^3 anzusetzen bei Einbauwassergehalten zwischen 10 % und 14 %. Die natürlichen Wassergehalte liegen in diesem Bereich. Damit dürften ohne Zusatzmaßnahmen in der Regel Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97 \text{ \%}$... 100 % erreichbar sein.

Für die Zersatz- und Verwitterungsbildungen des **Schluffphyllites** (BGS 7a) wird beim Abtrag ebenfalls aufgrund des engständigen Kluftsystems ein gut verwendungsfähiger stückiger Fels anfallen. Eine Aufbereitung (Brecher) wäre nur für die angewitterten bis unverwitterten **Phyllite der Baugrundsicht 7b** sowie in der Verwitterungszone eingeschaltete Härtlinge vorzusehen.

Für den Einbau der gelösten und aufbereiteten Gesteine sind die in der ZTV E-StB 17 sowie der im Kommentar zur ZTV E-STB 17 enthaltenen Hinweise zu beachten.

Bei Schiefergesteinen handelt es sich allgemein um stark veränderlich feste Felsgesteine, die verwittern, aufweichen und zerfallen können. Sie sind in der Regel für den Dammbau geeignet, müssen aber sehr hohlraumarm, d.h. mit hoher Energie verdichtet werden, was wegen der Plattigkeit besonders schwierig ist. Sie sollten daher nicht in die Hinterfüllbereiche und Anschlussdämme von Bauwerken sondern möglichst auf freier Strecke eingebaut werden.

Beim Einbau ist darauf zu achten, dass die Steingröße nicht größer als $2/3$ der für das Verdichten zulässigen Schütthöhe ist. Große Blöcke von mehr als 0.1 m^3 Durchmesser sind auszusortieren und im Bereich der Dammfüße einzubauen.

Im Übergang zum Planum sollten auf einer Schichtstärke von mindestens 0,6 m gut abgestufte Gesteinsgemische eingesetzt werden, die keine Steine größer 150 mm enthalten und sich in Schichten mit nicht mehr als 0,3 m Dicke einbauen und hohlraumarm verdichten lassen.

6.2 Hinweise für die Böschungsgestaltung

Hinsichtlich der Gründungsbedingungen für Stützbauwerke sind folgende allgemeine Aussagen möglich.

Die anstehenden Baugrundsichten sind für die Ausführung von Flachgründungen als ausreichend tragfähig einzuschätzen. Insbesondere die Verwitterungsbildungen der Baugrundsicht 7a sowie die angewitterten Phyllite der Baugrundsicht 7b weisen eine hohe Tragfähigkeit auf.

Die detaillierten Gründungsverhältnisse sind den Querschnittsdarstellungen des Anlagenteils 3 zu entnehmen.

Folgende Böschungsneigungen der rückwärtigen Baugrubenböschungen können vorerst angegeben werden, wobei deren Zulässigkeit im Zuge der Aushubarbeiten zu prüfen und ggf. neu festzulegen ist:

Böschungswinkel	Baugrundschiicht
$\beta \leq 45^\circ$	Oberboden, Baugrundschiicht 1 Auffüllung, Baugrundschiicht 2 Auelehm, Baugrundschiicht 4a Hangschuttbildungen, Baugrundschiicht 5 Flussschotter / Bachablagerungen, Baugrundschiicht 6
$\beta \leq 60^\circ$	Gehängelehm, Baugrundschiicht 3
$\beta \leq 70^\circ$	Schluffphyllit, verwittert bis zersetzt, Baugrundschiicht 7a Schluffphyllit, angewittert, Baugrundschiicht 7b

6.2.1 Rutschungsbereich um km 0+150

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse ist die Schnittdarstellung der Anlage 3.5 heranzuziehen. Im Gelände zeigt sich anhand von Verkippungen im Bereich der Leitplanken eine Instabilität des Böschungssystems. Das wird durch die ausgeführte Kleinrammbohrung A1 BS bestätigt. Die Bohrung weist bis zu einer Tiefe von 4,4 m anstehende Auffüllungsböden aus, die anhand des geringen Eindringwiderstands als locker gelagert gekennzeichnet werden können.

Im Zuge des Ausbaus der B92 erfolgt auch in diesem Bereich eine talseitige Verbreiterung der Verkehrsanlage. Im Zuge dessen ist die talseitige Böschung ausgehend von den unterhalb der Auffüllungsböden anstehenden Hangschuttbildungen bzw. des Phyllitzersatzes neu aufzubauen (Böschungsneigung 1:1,5). Das Aushubmaterial kann zum Wiedereinbau im Böschungssystem eingesetzt werden. Bei Umsetzung eines Systems KBE (Kunststoff-Bewehrte-Erde) kann die Böschung steiler ausgebildet werden (Böschungsneigung 2:1).

6.2.2 BW 01, hangseitige Böschungssicherung, km 0+249

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 01
Böschungssicherung
1:1 Böschung (hangseitig)
Bau-km: 0+249
Länge: 73,50 m
maximale Höhe (senkrecht): 6,95 m
Ansichtsfläche (geneigt): 725,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse ist das in Anlage 3.6 dargestellte Querprofil von km 0+242 zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Schurfaufnahme vom Schurf 4 maßgebend.

Hangseitig steht 1,8 m Hangschutt über dem bindigen Phyllitzersatz der Baugrundsicht 7a an. Das Abtragsprofil liegt größtenteils im Phyllitzersatz. Die Schieferung fällt mit 30 ° bis 60° in nordwestlicher Richtung ein, so dass ein Kopfflächenhang vorliegt. Nur der obere Teil der Böschung wird im Hangschutt liegen.

Die Herstellung einer standsicheren Böschung unter einer Neigung von 1:1 im Phyllitzersatz der Baugrundsicht 7a ist möglich. Im Hangschutt ist die Böschung auf eine Neigung von 1:1.5 abzuflachen. Das Böschungssystem ist zur Ausbildung eines Bewuchses mit Erosionsschutzmatten (mit Saatgut) zu überdecken.

6.2.3 BW 02, hangseitige Böschungssicherung, km 0+368

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 02
Böschungssicherung
1:1 Böschung (hangseitig)
Bau-km: 0+368
Länge: 168,00 m
maximale Höhe (senkrecht): 8,45 m
Ansichtsfläche (geneigt): 2.010,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse ist das in Anlage 3.7 und 3.8 dargestellte Querprofil zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Schurfaufnahme vom Schurf 4 sowie Aufschluss 1 maßgebend.

Unter einer 0,7 m ... 1,0 m mächtigen Lockerbedeckung aus Oberboden, Gehängelehm und Hangschutt steht der zersetzte bis stark verwitterte Schluffphyllit an. Das Abtragsprofil liegt größtenteils im stark verwitterten Phyllit. In tieferen Bereichen des Abtragsprofils (künftiger Böschungsfuß) kann auch der angewitterte Phyllit der Baugrundsicht 7b auftreten. Die Schieferung fällt mit 20° bis 60° in nordwestlicher Richtung ein, so dass ein Kopfflächenhang vorliegt. Der obere Teil der Böschung wird im Hangschutt liegen.

Die Herstellung einer standsicheren Böschung unter einer Neigung von 1:1 im Phyllitzersatz der Baugrundsicht 7a bzw. im angewitterten Phyllit der Baugrundsicht 7b ist möglich. Im Hangschutt ist die Böschung auf eine Neigung von 1:1.5 abzuflachen. Das Böschungssystem ist zur Ausbildung eines Bewuchses mit Erosionsschutzmatten (mit Saatgut) zu überdecken, die bis in den Bereich des steinigen Zersatzes zu führen sind.

6.2.4 BW 03, KBE, km 0+682

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 03
Kunststoffbewehrte-Erde-System
1:1,4 Böschung (talseitig)
Bau-km: 0+682
Länge: 180,50 m
maximale Höhe (senkrecht): 8,55 m
Ansichtsfläche (geneigt): 1.900,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse sind die in den Anlagen 3.10 – 3.12 dargestellten Querprofile zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Aufnahme vom Aufschluss 2 maßgebend.

Die Baugrundsichtung wurde durch die an der Böschungsschulter bzw. im Straßenbereich platzierten Aufschlüsse A7 BS (Querprofil 10) sowie B11/DPM 5 (Querprofil 11) abgebildet. Die Profile zeigen eine unterschiedlich mächtige Lockerbedeckung von 1,3 m 3,5 m, die dem stark verwitterten Phyllit auflagert.

Die Umsetzung des KBE-Systems mit einer Neigung von 1:1,4 ist möglich, angestrebt werden sollte jedoch eine steilere Neigung zur Minimierung der Aufwendungen. Insbesondere für Schnitt 3.10 (talseitig Auffüllung im Böschungsbereich, über Auelehmlagerung im Hangfußbereich, Rutschungen nicht ausgeschlossen) ist eine Versteilung der Außenseite des KBE-Systems günstig, um einen Lasteintrag in das unterhalb der bestehenden Berme liegende Böschungssystem zu vermeiden.

Die Gründungsfläche des Systems KBE sollte im Hangschutt liegen. Die Gehängelehme sind bei einer geringeren Konsistenz als halbfest auszutauschen.

6.2.5 BW 04, KBE, km 0+782

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 04
Kunststoffbewehrte-Erde-System
1:1 Böschung (talseitig)
Bau-km: 0+782
Länge: 78,00 m
maximale Höhe (senkrecht): 7,90 m
Ansichtsfläche (geneigt): 870,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse ist das in Anlage 3.13 dargestellte Querprofil (km 0+770) zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Aufnahme vom Aufschluss 2 maßgebend.

Gemäß dem vorliegenden Baugrundschnitt ist von einem hangparallelen Einfall der Oberkante des Phyllits in einer Tiefe von ca. 1 m ... 2 m unter der Geländeoberkante auszugehen. Überdeckt wird der Phyllit von Auffüllung und Solifluktionsböden.

Die Umsetzung des KBE-Systems mit einer Neigung von 1:1 ist möglich, angestrebt werden sollte jedoch eine steilere Neigung zur Minimierung der Aufwendungen. Insbesondere im Fußbereich der bestehenden Böschung ist damit zu rechnen, dass sich die Auelehme bis unter den Böschungsfuß erstrecken. Diese sowie ggf. anstehende organische Böden (Torf/Mudde) sollten in jedem Fall unterhalb des Böschungssystems ausgetauscht werden. Der ca. 150 m südlich im Bereich der Station 0+915 bei dem letztjährigen Hochwasser aufgetretene Böschungsbruch zeigt die Labilität des bestehenden Böschungssystems an.

Die Einbindung der Geogitterlagen sollte bis in den Bereich des zersetzten Phyllits erfolgen.

6.2.6 BW 05, Gabionenstützwand, km 0+799

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 05
Gabionenstützwand
Wandneigung 5:1 (hangseitig)
Bau-km: 0+799
Länge: 22,00 m
maximale Höhe (senkrecht): 2,65 m
Ansichtsfläche (geneigt): 60,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse ist das in Anlage 3.14 dargestellte Querprofil (km 0+791) zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Aufnahme vom Aufschluss 2 maßgebend.

Gemäß dem vorliegenden Baugrundschnitt wird die Gründung der Gabionenstützwand im Hangschutt der Baugrundsicht 5 oder im Bereich des zersetzten bis stark verwitterten Phyllits der Baugrundsicht 7a erfolgen. Beide Baugrundsichten sind als gut tragfähig einzuschätzen.

Für die eine Flachgründung innerhalb der Hangschuttbildungen der Baugrundsicht 5 kann für Fundamentbreiten $b \geq 0,5$ m und Einbindetiefen $d \geq 1,2$ m (frostfrei) ein Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 350$ kN/m² zugrunde gelegt werden.

Für die Ausführung der Gründung im stark verwitterten Schluffphyllit der Baugrundsicht 7a kann für Fundamentbreiten $b \geq 0,5$ m und Einbindetiefen $d \geq 1,2$ m (frostfrei) ein Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 560$ kN/m² zugrunde gelegt werden.

Für die Herstellung einer rückwärtigen, unverbauten Böschung sind die im Abschnitt 6.2 angegebenen Böschungswinkel zu beachten. Zudem ist die DIN 4123 im Hinblick auf die Sicherung des dahinterliegenden Gebäudes Nr. 61 zu beachten. Die geometrischen Verhältnisse (Höhe Kellerfußboden, Abstand zur rückwärtigen Baugrubenböschung) sollten in den Schnitt aufgenommen und nochmals einer Bewertung im Hinblick auf ggf. erforderliche Sicherungsmaßnahmen unterzogen werden.

Für die Hinterfüllung des Bauwerks können die als Aushubmaterial anfallenden Hangschuttbildungen bzw. der Phyllitzersatz eingesetzt werden.

6.2.7 BW 06, Böschungssicherung, km 0+834

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 06
Böschungssicherung
1:1 Böschung (hangseitig)
Bau-km: 0+834
Länge: 50,00 m
maximale Höhe (senkrecht): 5,10 m
Ansichtsfläche (geneigt): 365,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse sind die in Anlage 3.15 und 3.16 dargestellten Querprofile (km 0+820, km 0+858) zu berücksichtigen. Zudem ist für die Beurteilung des Einfalls der Trennflächen im anstehenden Phyllit das Ergebnis der Aufnahme vom Aufschluss 3 maßgebend.

Gemäß den vorliegenden Baugrundschnitten stellen sich die Verhältnisse unterschiedlich dar.

Während im nördlichen Teil (Anlage 3.15) nur eine geringmächtige Lockergesteinsdecke ausgebildet ist (Unterkante Hangschutt 1,3 m unter GOK) ist im südlichen Teil die Unterkante des Hangschutts bei 2,1 m unter GOK ermittelt worden. Innerhalb des zersetzten bis stark verwitterten Phyllits der Baugrundsicht 7a ist auch unter Beachtung des günstigen Einfallwinkels der Schieferung unter 20° bis 40° in nordwestlicher Richtung die Herstellung einer standsicheren Böschung mit einer Neigung von 1:1 möglich.

Für die Lockergesteinsüberdeckung sollte jedoch eine Abböschung mit einer Neigung von 1:1,5 vorgesehen werden oder es werden zusätzliche Sicherungsmaßnahmen vorgesehen (KBE oder ingenieurbiologische Bauweise).

6.2.8 BW 07, Böschungssicherung, km 1+093

Für das geplante Bauwerk sind in der Planung folgende Angaben enthalten:

Bauwerk 07
Böschungssicherung
1:1 Böschung (hangseitig)
Bau-km: 1+093
Länge: 229,00 m
maximale Höhe (senkrecht): 5,45 m
Ansichtsfläche (geneigt): 1.765,00 m²

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse sind die in Anlage 3.19 bis 3.22 dargestellten Querprofile (km 1+005, km 1+064, km 1+105 und 1+155) zu berücksichtigen. Die Aufnahme des Trennflächengefüges erfolgte in dem südlichen Teil innerhalb der Bohrungen B8 und B9 nicht. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch in diesem Teil die nordwestliche Einfallrichtung der Schieferungsflächen anhält.

Gemäß den vorliegenden Baugrundschnitten ist von einer Lockergesteinsdecke von bis zu ca. 2 m unter GOK auszugehen (Gehängelehm und Hangschutt). Darunter steht der zersetzte bis stark verwitterte Phyllit der Baugrundsicht 7a und in größerer Tiefe auch der angewitterte Phyllit der Baugrundsicht 7b an. Unter Beachtung des günstigen Einfallwinkels der Schieferung (im Mittel ca. 30° ... 40° in nordwestlicher Richtung) ist die Herstellung einer standsicheren Böschung mit einer Neigung von 1:1 im unteren Teil möglich.

Für die Lockergesteinsüberdeckung sollte jedoch eine Abböschung mit einer Neigung von 1:1,5 vorgesehen werden oder es werden zusätzliche Sicherungsmaßnahmen vorgesehen (KBE oder ingenieurbiologische Bauweise).

Die Überdeckung der im Lockergestein hergestellten Böschungsbereiche sollte mit Erosionsschuttmatten erfolgen. Diese sind bis in den Bereich des Phyllitzersatzes zu führen.

6.3 Sonstige Hinweise zum Erd- und Grundbau

Sollten andere Verhältnisse als im Gutachten beschrieben angetroffen werden, ist sofort der Gutachter zu verständigen.

Eine Abnahme der Baugrubensohle für die Gründung der Stützwandbauwerke und Böschungssysteme wird empfohlen.

■