

**Gutachten über  
Baugrund- und Tragfähigkeitsverhältnisse**

Objekt: Kirchberg, OT Wolfersgrün  
Ersatzneubau Stützmauer K 9301

Projekt-Nr.: 11-162

Auftraggeber: Landkreis Zwickau  
Gerhart-Hauptmann-Weg 2  
08371 Glauchau

Auftragnehmer: GEO-ANALYTIK GmbH  
Stützengrüner Straße 2  
08304 Schönheide

Sachgebiet: Baugrund

Bearbeiter: Dipl.-Geophysiker L. Voitke

Ort und Datum des Gutachtens: Schönheide, den 18.01.2012

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

Dieses Gutachten enthält 21 Seiten und 10 Anlagen.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1 Aufgabenstellung / Vorbemerkungen</b>	<b>4</b>
<b>2 Unterlagen</b>	<b>4</b>
<b>3 Vorliegender Kenntnisstand</b>	<b>5</b>
3.1 Topographie der Baufläche und Bebauungsgeschichte	5
3.2 Geologische und hydrogeologische Situation	6
<b>4 Aufschluss- und Laborarbeiten</b>	<b>6</b>
4.1 Kleinrammbohrungen	6
4.2 Schurfarbeiten	7
4.3 Mauerwerksbohrungen	7
4.4 ODL-Messung	7
4.5 Laboruntersuchungen	8
4.5.1 Petrophysikalische Untersuchungen	8
4.5.2 LAGA-Untersuchungen	8
4.5.3 Asphaltuntersuchungen	8
4.5.4 einaxiale Druckfestigkeit	8
4.5.5 betonangreifende Inhaltsstoffe / Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929	8
<b>5 Ergebnisse</b>	<b>9</b>
5.1 Radiometrische Messungen	9
5.2 Beschreibung der Baugrundverhältnisse	9
5.3 Laborergebnisse	12
5.3.1 Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen	12
5.3.2 Ergebnisse der LAGA-Untersuchung	13
5.3.3 Einaxiale Druckfestigkeit	14
5.3.4 Untersuchung auf betonangreifende Inhaltsstoffe	14
5.3.5 Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen	15
5.4 Baugrundmodell, Klassifikationen und Kennwerte	16
5.4.1 Grundlagen und Normen der Einstufungen	16
5.4.2 Klassifikationen, Kennwerte	16
<b>6 Folgerungen für die Bauplanung</b>	<b>18</b>
6.1 Gründung des Stützbauwerkes	18
6.2 Hniwesie zum grundhaften Ausbau des Straßenabschnittes km 0+000 – km 0+226	19
6.2.1 Allgemeine Angaben und Hinweise	19
6.2.2 Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus	19
6.2.3 Tragfähigkeit des Erdplanums	20
6.2.4 Entwässerungsplanung	21

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Blatt 1	Topographische Übersichtskarte, 1:10.000,
Anlage 1 Blatt 2	Geologische Übersichtskarte, 1:25.000,
Anlage 1 Blatt 3.1 ... 3.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, 1:250,
Anlage 2 Blatt 1 ... 11	Kleinrammbohrungen BS 1 – BS 11, Bohrprofile/Schichtentabellen, 1:50,
Anlage 2 Blatt 12	Schurf SCH 1, Schurfprofil / Schichtentabelle, 1:10,
Anlage 2 Blatt 13	Schurf SCH 2, Schurfprofil / Schichtentabelle, 1:10,
Anlage 2 Blatt 14 ... 17	Horizontalbohrungen HB 1 – HB 4, Bohrprofile / Schichtentabellen, Fotodokumentation, 1:10,
Anlage 2 Blatt 18 ... 19	Schrägbohrungen SB 1 – SB 2, Bohrprofile / Schichtentabellen, Fotodokumentation, 1:10,
Anlage 3 Blatt 1	Baugrundschnitt entlang Straße, L 1:500, H 1:50
Anlage 3 Blatt 2	Baugrundschnitt seitlich Straße, L 1:500, H 1:50
Anlage 3 Blatt 3	Querschnitte 1 und 2, Schnittdarstellungen vorhandene Stützmauer, 1:20
Anlage 4 Blatt 1 ... 2	Ergebnisse der Laboruntersuchungen - Korngrößenverteilungen
Anlage 5 Blatt 1 ... 3	LAGA-Untersuchung, AWV Dr. Busse GmbH
Anlage 6 Blatt 1 ... 2	Asphaltproben PAK / Phenolindex, AWV Dr. Busse GmbH
Anlage 7 Blatt 1	betonangreifende Inhaltsstoffe / Korrosionswahrscheinlichkeit
Anlage 8 Blatt 1 ... 3	Bestimmung einaxiale Druckfestigkeit
Anlage 9 Blatt 1 ... 2	Messprotokoll und graphische Darstellung ODL-Messung
Anlage 10 Blatt 1 ... 3	Ergebnisse Gamma-Bohrlochmessung

## **1 Aufgabenstellung / Vorbemerkungen**

Die K9301 soll innerhalb der Ortslage von Wolfersgrün auf einer Länge von ca. 270 m grundhaft ausgebaut werden. Im Abschnitt km 0+065 – km 0+111 befindet sich eine vorhandene Stützmauer, die die Kreisstraße gegenüber dem Crinitzer Wasser abstützt. Es handelt es sich um eine Schwerkriegtsmauer aus Naturstein. Diese ist im südlichen Teil (km 0+065 – km 0+097) stark verformt. Im nördlichen Teil (Km 0+097 – km 1+111) ist die Stützmauer bereits erneuert worden und weist einen besseren Zustand auf. Für die Stützmauer ist ein Ersatzneubau erforderlich.

Für dieses Vorhaben wurde die GEO-ANALYTIK GmbH auf der Grundlage des Angebotes vom 13.09.11 durch den Landkreis Zwickau mit Schreiben vom 23.09.2011 mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erarbeitung eines Baugrundgutachtens beauftragt (U1, U2)

## **2 Unterlagen**

- (U1) Angebot zur Erstellung eines Baugrundgutachtens, Angebots-Nr. 11-162, Schönheide, 13.09.2011.
- (U2) Auftrag, Landkreis Zwickau, Glauchau, 23.09.2011.
- (U3) Geologische Karte, Blatt Planitz – Ebersbrunn, Blatt-Nr. 5340, 1:25.000, 1884.
- (U4) Topographische Karte, Blatt Ebersbrunn, Blatt Nr.M-33-49-B-b, 1:25.000, 1991.
- (U5) Lage-/Höhenplan, Auszug aus Vorentwurf, Emch & Berger, gera, 11/2011.
- (U6) Geologische Karte des Erzgebirges und Vogtlandes, 1:100.000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2. Auflage, Freiberg, 1995.
- (U7) Prüfberichte 178024 und 179065, Ergebnisse der LAGA-Untersuchungen, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 11-12/2011.
- (U8) Prüfberichte 178049, PAK-Gehalt /Phenolindex, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 11/2011.
- (U9) Prüfberichte 177391, betonangreifende Inhaltsstoffe, AWV Dr. Busse GmbH, Plauen, 10/2011.
- (U10) Prüfprotokolle einaxiale Druckfestigkeit, TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH, Nürnberg, 11/2011.
- (U11) Bohrprofile Altbohrungen, LfULG, 09/11.
- (U12) Bemessung des ungebundenen Straßenaufbaus mit TENSAR Geogittern, Internes Firmenmaterial, Fa. Tensar.

### 3 Vorliegender Kenntnisstand

#### 3.1 Topographie der Baufläche und Bebauungsgeschichte

Der Bauabschnitt befindet sich in der Ortslage Wolfersgrün, einem Ortsteil der Stadt Kirchberg. Der Ausbau der Straße ist auf einer Länge von 270 m geplant. Die Geländehöhe im Straßenbereich liegt zwischen 368.3 m NHN (Baubeginn, km 0+000) und 366.5 m NHN (km 0+215).

Im Abschnitt km 0+065 – km 0+111 befindet sich eine vorhandene Stützmauer, die die Kreisstraße gegenüber dem Crinitzer Wasser abstützt. Es handelt es sich um eine Schwergewichtsmauer aus Naturstein. Diese ist im südlichen Teil (km 0+065 – km 0+097) stark verformt (vgl. Abb. 1). Im nördlichen Teil (km 0+097 – km 1+111) ist die Stützmauer bereits erneuert worden und weist einen besseren Zustand auf (vgl. Abb. 2).



**Abb. 1** Stützmauer, südlicher Teil



**Abb. 2** Stützmauer km 0+097, Übergang südlicher Teil zum erneuerten nördlichen Teil



**Abb. 3** Stützmauer, nördlicher Teil mit Kappe und Geländer

Nach der regionalen Gliederung des Bundesgebietes in Frosteinwirkungszonen gemäß RSTO 01 befindet sich das Baufeld in der Einwirkungszone III.

Nach DIN 4149 ist Wolfersgrün in die Erdbebenzone 1 und die Untergrundklasse R einzuordnen.

### 3.2 Geologische und hydrogeologische Situation

Wolfersgrün befindet sich innerhalb des Kirchberger Granitgebietes. Bei dem Granit handelt es sich um eine grobkörnige porphyrische Varietät. Das Granitgebiet ist gegenüber dem umgebenden Schiefergürtel stärker verwittert und bildet daher eine kesselförmige Absenkung. Der Granitstock wird von zahlreichen Störungszonen durchzogen, die sich als talförmige Einschnitte im Landschaftsbild abzeichnen. In diesen kleinen Seitentälern (hier Crinitzer Wasser) werden die oberflächennahen Baugrundverhältnisse durch Bachablagerungen in Form von Auelehmen und Flussschottern bestimmt. Der Granit ist in diesen Bereichen häufig tiefgründig zersetzt.

Die Talsohle ist an den Rändern teilweise durch Solifluktionsböden (Gehängelehm / Hangschutt) verdeckt.

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

- **Granitformation als Kluftgrundwasserleiter**
- **Deckgebirge als Lockergesteinsgrundwasserleiter.**

Der Granit ist zum Teil stark klüftig. Auf den Klüften und insbesondere in dem tiefgründigen Zersatz der Hangendpartie ist häufig eine Wasserführung anzutreffen.

Innerhalb des Talverlaufes ist mit einer Wasserführung innerhalb der fluviatilen Bachablagerungen zu rechnen. Das Crinitzer Wasser wirkt als lokaler Vorfluter für die Ortslage von Wolfersgrün.

## 4 Aufschluss- und Laborarbeiten

### 4.1 Kleinrammbohrungen

Insgesamt wurden 11 Bohrungen ausgeführt. Die Bohrungen wurden am 17.10.11 und 01.12.11 als Kleinrammbohrungen nach DIN 4021 mit Kerndurchmessern von 50 mm / 60 mm niedergebracht.

Die Endtiefe der Bohrung lag im zwischen 1,7 m (BS 11) und 3,5 m (BS 5). Die Bohrungen wurden größtenteils innerhalb der Verwitterungszone des anstehenden Granits eingestellt.

Im Straßenbereich wurden zur Bestimmung der Mächtigkeit der vorhandenen Asphaltdecke die Bohrungen als Kernbohrung bis zum Einsetzen der unterlagernden Tragschichten ausgeführt. Die Asphaltkerne wurden ausgemessen und für weitere Untersuchungen an das Labor weitergeleitet.

Die im Straßenbereich gelegene Bohrung BS 7 wurde nur zur Entnahme einer Asphaltprobe als Kernbohrung ausgeführt und nicht weiter abgeteuft, da an dieser Stelle mit Leitungen im Untergrund zu rechnen war.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde in die zur Verfügung gestellten Kartenunterlagen eingetragen (vgl. Anlage 1, Blatt 3).

Am Kern erfolgte die Aufnahme der Baugrundsichtung, wobei die Böden nach den Klassifikationen der DIN 4022 / 4023 beschrieben sowie entsprechend der bautechnischen Klassifikation der DIN 18196 eingeordnet wurden. Weiterhin erfolgte die Entnahme von Bodenproben der Güteklasse 3. Während der Bohrarbeiten wurde das Auftreten von Grundwasser / Schichtenwasser geprüft. Aus der Bohrung BS 5 wurde eine Wasserprobe entnommen.

Die Schichtenverzeichnisse und die Schichtprofile sind dem Gutachten als Anlage 2, Blatt 1 ... 11 beigelegt.

## **4.2 Schurfarbeiten**

Zur Feststellung von Fundamentüberstand und Kopfausbildung wurden hinter der Stützmauer 2 Schürfe ausgeführt. Da die Asphaltdecke direkt bis hinter die Kappe ausgeführt war, war die Ausführung als Handschurf nur bedingt möglich.

Der Schurf 1 wurde zwischen Außenkante Asphalt und Stützmauerrückseite ausgeführt. Hierbei wurde das im Hinterfüllbereich lagernde Lockermaterial bis einer Tiefe von 0.5 m ausgehoben. Das Profil ist in Anlage 2.12 dokumentiert.

Der Asphaltbelag wurde im Bereich von Schurf 2 aufgeschnitten und die Rückseite der Stützmauer aufgenommen. Die Ergebnisse sind in Anlage 2 Blatt 13 dokumentiert.

Eine Ausführung von Schürfen im Fußbereich der Mauer war aufgrund der Wasserführung nicht möglich.

Nach Versuchsdurchführung wurden die Schürfe wieder verfüllt und die Asphaltdeckschicht wieder hergestellt.

## **4.3 Mauerwerksbohrungen**

Zur Erfassung der Abmessungen der neueren Stützmauer und Ermittlung der Gründungstiefe wurden insgesamt 6 Bohrungen ausgeführt. 4 Bohrungen wurden als Horizontalbohrungen und 2 Bohrungen als Schrägbohrungen angeordnet. Die Bohrungen dienten zur Erfassung des Mauerquerschnitts in 2 Profilen.

Die Lage geht aus Anlage 1.3 hervor. Die höhenmäßige Einmessung erfolgte über ein Nivellement. Die Ausführung der Bohrungen erfolgte durch die Firma Neumeister am 17.10.2011.

Die Bohrprofile und die Fotodokumentation der Bohrkerns sind in Anlage 2.14 – 2.19 enthalten. Die Zusammenfassung der Bohrergebnisse zu Mauerquerschnitten erfolgte in Anlage 3.3.

## **4.4 ODL-Messung**

Am 17.10.11 wurde durch die GEO-ANALYTIK GmbH eine ODL-Messung zur Ermittlung einer eventuellen radioaktiven Belastung des Ober- und Unterbaumaterials durchgeführt, um eine radioaktive Kontamination der Straßendecke sowie des Oberbaumaterials zu erfassen. Für diese Messungen wurde ein geeichtes und über den Referenzflächen der WISMUT GmbH in Ronneburg kalibriertes Gammadosisleistungsmessgerät vom Typ SZINTILATORSONDE 6150-b eingesetzt. Die Ergebnisse der ODL-Messung sind in Anlage 9.1 tabellarisch und in Anlage 9.2 graphisch dargestellt. Außerdem sind die Messpunkte und Messergebnisse in Anlage 1.3 angetragen.

In den Aufschlüssen der Kleinrammbohrungen BS 1, BS 5 und BS 8 erfolgte eine Messung mit einer Gamma-Bohrlochsonde vom Typ AD-0. Die Messung wurde mit einem vertikalen Messpunkt Abstand von 0.20 m bis zu einer Tiefe von 1.0 m ... 1.2 m vorgenommen. Das diente zum Nachweis, ob ggf. eine radioaktive Kontamination in größerer Tiefe vorliegt, deren Nachweis durch die abschirmende Wirkung der Asphaltdeckschicht/ Betonschicht verhindert wird. Die Ergebnisse sind als Anlage 10 beigelegt.

## **4.5 Laboruntersuchungen**

### **4.5.1 Petrophysikalische Untersuchungen**

Im Labor der Geo-Analytik GmbH wurden für 2 entnommene Bodenproben die Kornverteilungen ermittelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind dem Gutachten als Anlage 4.1 – 4.2 beigelegt.

### **4.5.2 LAGA-Untersuchungen**

Für folgende Proben erfolgten im Labor der AWV Dr. Busse GmbH Untersuchungen nach der Parameterliste Tab. II.1.2-1 der LAGA 2004 (Mindestuntersuchungsprogramm):

- Mischprobe BS 1/P2 + BS 5/P2 : Schottertragschicht
- BS 2 / P1: Auffüllung, Straßenunterbau
- Mischprobe BS 9 / P1 + BS 11 / P1: Auelehm

Die Ergebnisse liegen als Anlage 5 bei.

### **4.5.3 Asphaltuntersuchungen**

Für die Asphaltproben aus den Aufschlüssen BS 5 und BS 7 wurden im Labor der AWV Dr. Busse GmbH wurde der PAK-Gehalt und der Phenolindex ermittelt. Die Ergebnisse sind als Anlage 6 beigelegt.

### **4.5.4 einaxiale Druckfestigkeit**

Für 3 aus den Kernbohrungen entnommene Kernstücke erfolgte im Labor der LGA Bautechnik GmbH die Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit nach DIN EN 12930. Die Ergebnisse sind in Anlage 8 dokumentiert (Prüfbericht und Fotodokumentation).

### **4.5.5 betonangreifende Inhaltsstoffe / Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929**

Für eine aus der Bohrung BS 5 entnommene Wasserprobe erfolgte eine Untersuchung nach DIN 4030 sowie die Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929 im Labor der AWV Dr. Busse GmbH. Das Ergebnis ist als Anlage 7 beigelegt.



## **5 Ergebnisse**

### **5.1 Radiometrische Messungen**

Das Untersuchungsgebiet wurde auf das eventuelle Vorhandensein einer oberflächennahen radioaktiven Kontamination untersucht. Hierzu wurde ein Gammadosisleistungsmessgerät vom Typ Szintillatorsonde 6150-b eingesetzt.

Die Gamma-Ortsdosisleistung in 1 m Höhe über der Straßendecke lag zwischen 140 bis 220 nSv/h (vgl. Anlage 9.1 und 9.2). Die Messwerte liegen generell unter dem empfohlenen Richtwert von 300 nSv/h der SSK (Strahlenschutzkommission). In einem Teilabschnitt (Station km 0+100 ... km 0+140) waren erhöhte Strahlungswerte nachgewiesen worden, die über dem Richtwert von 170 nSv/h lagen, der nähere Untersuchungen verlangt. Die erhöhten Werte gingen mit einem visuell erkennbaren Wechsel des Asphaltbelages einher. Deutlich waren als Zuschlagstoff rötliche Granitanteile in der Deckschicht erkennbar. Da der Kirchberger Granit bereits geogen bedingt eine hohe Eigenstrahlung aufweist, sind diese erhöhten Messwerte auf diese Zuschlagstoffe rückführbar.

Durch die Bohrlochmessungen wurden mit zunehmender Tiefe ebenfalls erhöhte Strahlungswerte ermittelt. Anhand des Bohrgutes waren keine aus der Tätigkeit der Wismut stammenden Baustoffe erkennbar. Es handelte sich durchgehend um Zersatzbildungen bzw. solifluidal umgelagerte Zersatzbildungen des Granits, die, wie bereits angeführt, eine geogen bedingte Eigenstrahlung aufweisen.

#### **Empfehlungen und Schlussfolgerungen**

Die erhöhten Strahlungswerte sind geogen bedingt. Es ist daher davon auszugehen, dass die Ausbaustoffe nicht radioaktiv belastet sind.

### **5.2 Beschreibung der Baugrundverhältnisse**

Durch die Aufschlüsse wurde die im Untersuchungsbereich erwartete Baugrundsituation angetroffen und wird durch die als Anlage 3 beigelegten Baugrundschnitte illustriert.

Im Straßenbereich wurde eine Asphaltdeckschicht mit einer Stärke zwischen 13 cm und 15 cm nachgewiesen (BS 1, BS 5, BS 6, BS 7). Aussagen zur Verwertbarkeit sind im Abschnitt 5.3.1 enthalten.

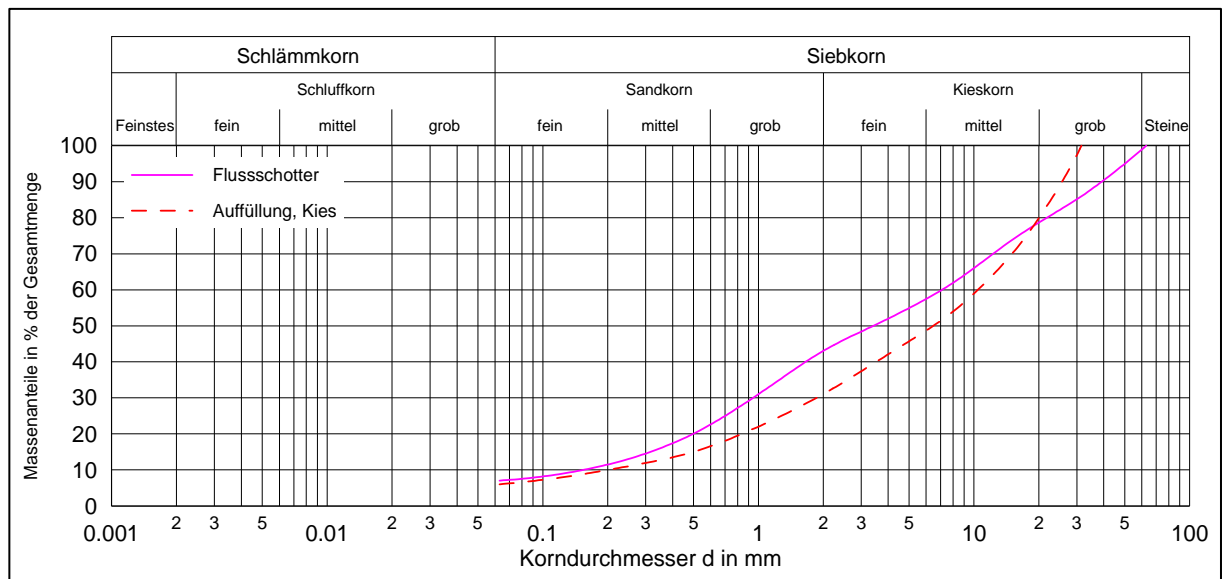
Die Baugrundsichtung im Bereich des Straßenkörpers und im Hinterfüllbereich der Bauwerke wird im Wesentlichen durch Auffüllungsböden bestimmt.

Direkt unterhalb der Asphaltdecke ist eine Schottertragschicht (Baugrundsicht 1a) angetroffen worden, deren Unterkante zwischen 0.5 m und 0.8 m ermittelt wurde. Zum Teil lässt sich diese aufgrund einer ähnlichen Zusammensetzung und farblichen Ausbildung von den unterlagernden Auffüllungsböden (Baugrundsicht 1b) nicht bzw. nur schwer trennen.

Die Schottertragschicht der Baugrundsicht 1a ist als stark sandiger, schwach schluffiger, schwach steiniger Kies zu beschreiben. Die Feinkornanteile liegen zwischen 4 % und 10 %, so dass sich für die weitgestuften Böden eine Einordnung in die Bodengruppe GW / GU ergibt.

Die im Unterbau der Straße und im Hinterfüllbereich der Stützmauer anstehenden Auffüllungsböden sind ebenfalls als grob- bis gemischtkörnige Böden erbohrt worden. Zum Teil ist umgelagerter Granit-

zersatz in der Auffüllung enthalten, vereinzelt wurden auch feinkörnige Zwischenlagen angetroffen. Nach DIN 4022 sind die Auffüllungsböden der Baugrundsicht 1b als schwach schluffige bis stark schluffige, stark sandige Kiese zu beschreiben und in die Bodengruppen GU / GU\* einzuordnen. Zwischenlagen der Bodengruppen UL / SU\* / GU\* sind vereinzelt anzutreffen. Für das Hinterfüllmaterial der bestehenden Stützwand wurde eine Korngrößenverteilung ermittelt (Auffüllung, Kies), die aus nachstehender Abbildung 4 hervorgeht.



**Abb. 4** Korngrößenverteilung der untersuchten Auffüllungsböden (Baugrundsicht 1b) sowie der Flussschotter / Bachablagerungen (Baugrundsicht 4)

Aufgrund der im Talrandbereich in Süd-Nord-Richtung parallel zum Crinitzer Wasser verlaufenden Trasse ist mit einer in östlicher Richtung zunehmenden Auffüllungsmächtigkeit zu rechnen. Während am westlichen Straßenrand unterhalb der Straßenober- und -unterbaus ggf. auch mit anstehenden Solifluktionsböden des unmittelbar in westlicher Richtung ansteigenden Geländes zu rechnen ist (Gehängelehm / Hangschutt), wird in östlicher Richtung der Untergrund durch die fluviatilen Ablagerungen des Crinitzer Wassers bestimmt.

Die Auffüllungsböden der Baugrundsichten 1a und 1b sind als

- mäßig bis gut verdichtbar,
- wasserdurchlässig,
- mäßig bis gut tragfähig,
- nicht bzw. gering witterungs- und frostempfindlich

zu kennzeichnen.

Durch die im Straßenbereich ausgeführten Bohrungen wurde kein Auelehm nachgewiesen. Dieser wurde vermutlich unterhalb des Straßenkörpers vollkommen entfernt und durch Auffüllungsböden ersetzt. Die Auffüllungsmächtigkeit nimmt innerhalb des Straßenkörpers von West nach Ost zu.

In den Bohrprofilen der seitlich des Straßenkörpers im Bereich der geplanten Dammaufstandsfläche ausgeführten Bohrungen BS 9 ... BS 11 wurde unterhalb des Mutterbodens (Baugrundsicht 2) der Auelehm (Baugrundsicht 3) ausgewiesen. Er ist als stark sandiger, toniger, kiesiger Schluff bis stark schluffiger, kiesiger Sand zu beschreiben und wies aufgrund der Nähe zum Grundwasser eine weiche bis breiige Konsistenz auf. Die Unterkante wurde zwischen 0.75 m und 1.2 m unter GOK ermittelt.

Der Auelehm der Baugrundsicht 3 ist

- schwer bis nicht verdichtbar,
- sehr schwach wasserdurchlässig,
- gering tragfähig,
- stark witterungs- und frostempfindlich.

Die Gründungsbedingungen der vorhandenen Stützmauer werden durch die grob- bis gemischtkörnigen Bachablagerungen / Flussschotter des Crinitzer Wasser bestimmt, die als Baugrundsicht 4 unterhalb der Auffüllungsböden bzw. unterhalb der Auelehme einsetzen. Diese Flussschotter weisen eine weitgestufte Korngrößenverteilung auf und sind als schwach schluffige, stark sandige Kiese zu beschreiben (Bodengruppe GU). Geringmächtige Auelehmzwischenlagen innerhalb der Flussschotter sind nicht gänzlich auszuschließen, wurden durch die Bohrungen aber nicht angetroffen.

Die Mächtigkeit der Schotter wurde durch die Bohrungen mit 0.6 m ... 1.0 m ermittelt. In westlicher Richtung (in Richtung des ansteigenden Hanges) wird die Mächtigkeit der Schotter abnehmen und ggf. direkt unterhalb der Auffüllung der Granitzersatz der Baugrundsicht 5 anstehen (vgl. BS 8).

Die Flussschotter / Bachablagerungen der Baugrundsicht 4 sind als

- mäßig bis gut verdichtbar,
- wasserdurchlässig,
- gut tragfähig,
- nicht bis gering witterungs- und frostempfindlich

zu charakterisieren.

Der Granit bildet erwartungsgemäß den Festgesteinsuntergrund im Untersuchungsbereich. Die Zersatzzone als oberste Verwitterungszone dieser Formation (Baugrundsicht 5) wurde durch fast alle Bohrungen angetroffen und in einer Tiefe von 1.0 m ... 2.8 m unter Ansatzpunkt nachgewiesen. Als stark sandiger schluffiger Fein- bis Mittelkies bzw. stark feinkiesiger, schluffiger, mittel- bis feinsandiger Grobsand zu beschreiben. Nach DIN 18196 ergibt sich bei Feinkornanteilen zwischen 5 % und 15 % eine Einordnung in die Bodengruppe GU/SU. Die Mächtigkeit der Zersatzzone wurde durch die Kleinrammbohrungen mit 0.4 m ... 0.8 m ermittelt (vgl. BS 2 – BS 5). Unterhalb dieser Tiefe wurde der verwitterte Granit angetroffen, allerdings aufgrund der eingesetzten Bohrtechnik (Kleinrammbohrung, nur möglich in Bodenklasse 1 – 5) nicht weiter durchteuft.

Der Granitzersatz der Baugrundsicht 5 ist als

- mäßig verdichtbar,
- wasserdurchlässig,
- gut tragfähig,
- mittel witterungs- und frostempfindlich

zu kennzeichnen.

## Hydrologische Verhältnisse

In den Bohrungen wurde in Tiefen zwischen 0.7 m (BS 11) und 1.6 m (BS 5) der Grundwasserspiegel angetroffen. Die Wasserführung erfolgt in den Flussschottern/Bachablagerungen der Baugrundsicht 4 und im Bereich der Zersatzzone des unterlagernden Granits. Bei anstehendem Auelehm und tiefreichender Auelehmdecke kann es zu gespannten Grundwasserverhältnissen kommen.

Entsprechend der Morphologie ist von einer nördlichen Grundwasserfließrichtung auszugehen.

Aufgrund der Lage im unmittelbaren Talbereich ist als Bemessungswasserstand für Bauwerke vom dem Hochwasserstand HQ 100 des Crinitzer Wasser auszugehen. Dieser ist bei der zuständigen Fachbehörde zu recherchieren.

## 5.3 Laborergebnisse

### 5.3.1 Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen

Für 2 Asphaltproben wurden im Labor der AWW Dr. Busse GmbH eine Prüfung des PAK-Gehaltes und Phenolindex' durchgeführt. Das Prüfergebnis ist als Anlage 6 dem Gutachten beigelegt und in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tab. 1** Untersuchungsergebnisse (PAK/Phenolindex)

Probe	Lagenstärke [cm]	Teufe [m]	PAK-Gehalt [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsklasse
BS 5 / P1	14	0 – 0,14	n.b.	< 0,010	A
BS 7 / P1	15	0 – 0,15	0,864	< 0,010	A

n.b. ... nicht bestimmbar, da Gehalt unterhalb Bestimmungsgrenze

Die Einstufung nach Verwertungsklassen erfolgte entsprechend der RuVA-StB 01 der FGSV.

**Tab. 2** Verwertungsklassen nach der RuVA-StB 01 der FGSV Köln

Parameter	Verwertungsklasse A	Verwertungsklasse B	Verwertungsklasse C
PAK [mg/kg]	≤ 25	> 25	-
Phenolindex [mg/l]	≤ 0,100	≤ 0,100	≥ 0,100

Bezugnehmend auf die RuVA-StB 01, Fassung 2005 der FGSV kann davon ausgegangen werden, dass die Asphaltschicht des untersuchten Bereiches keine relevanten pechhaltigen Bestandteile beinhaltet, somit der Verwertungsklasse A zugeordnet und das Granulat im Heißmischverfahren verwertet werden kann. Dabei ist ein Einsatz in Asphaltmischanlagen und im Baustellenmischverfahren möglich.

### 5.3.2 Ergebnisse der LAGA-Untersuchung

Für 1 Einzel- und 2 Mischproben erfolgte eine Untersuchung nach der Parameterliste der LAGA. Die Untersuchungsergebnisse liegen als Anlage 5 bei und sind im Hinblick auf den zuordnungsrelevanten Parameter in Tabelle 3 zusammengestellt.

Die Untersuchungsergebnisse wurden den Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen (LAGA-Boden) gegenübergestellt und einer verbalen Bewertung unterzogen. Die Proben entsprechen in den untersuchten Parametern des Mindestuntersuchungsprogramms der LAGA 2004 folgenden Zuordnungswerten:

**Tab. 3** Ergebnisse LAGA-Untersuchung, Vergleich Zuordnungswerte (Tab.II.1.2–1 der LAGA 2004)

Aufschluss	Baugrundschrift	zuordnungsrelevanter Parameter	Zuordnungswert
Mischprobe BS1/P2+BS5/P1	Auffüllung/ Schottertragschicht Kies, sandig, schwach schluffig	Arsen im Eluat: 0,02 mg/l; Chrom im Eluat: 0,023 mg/l	Z 1.2
Einzelprobe BS2/P2	Auffüllung/ Wechsellagerung, Steine und Schluff, sandig, kiesig	PAK: 419 mg/kg Benzo(a)pyren: 42 mg/kg	> Z 2
Mischprobe BS9/P1+BS11/P1	Auelehm, Schluff, stark sandig, kiesig, tonig	Kupfer im Eluat: 0,034 mg/l	Z 1.2

Die Schottertragschicht ist bei der Verwertung am Standort als Z1.2 – Boden der Einbauklasse 2 zuzuordnen und im eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen verwertbar (nicht oder nur gering wasserdurchlässige Bauweise).

Die aus dem Straßenrandbereich entnommene und untersuchte Einzelprobe aus den Auffüllungsschichten wies stark erhöhte PAK-Gehalte auf, die eine Entsorgung der Böden erfordern. Eine Verwertung ist nicht möglich. Eine Abgrenzung des kontaminierten Bereiches sollte im Zuge der Ausbaumaßnahmen erfolgen.

Der Auelehm enthält nur gering erhöhte Schadstoffgehalte. Im Feststoff sind keine Grenzwertüberschreitungen der Z0-Werte feststellbar. Nur im Eluat ergeben sich geringfügig erhöhte Kupfergehalte, die eine Einordnung in den Zuordnungswert Z1.2 nach sich ziehen. Bei einer Verwertung am Standort wäre aufgrund der Lage im Wechselwirkungsbereich mit dem Grundwasser ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich (nicht oder nur gering wasserdurchlässige Bauweise).

Bei einer Verwertung an einem hydrogeologisch günstigeren Standort wäre auch eine Einordnung in die Einbauklasse 1 und damit ein eingeschränkter offener Einbau möglich. Allerdings ist aufgrund der hohen Wassergehalte eine Verdichtung der Auelehme beim Wiedereinbau nur bedingt möglich.

### 5.3.3 Einaxiale Druckfestigkeit

An den 3 entnommenen Kernstücken aus den Mauerwerksbohrungen der neueren Stützmauer wurde die einaxiale Druckfestigkeit nach DIN 12390-3 im Labor der LGA Bautechnik GmbH Nürnberg ermittelt (vgl. U10). Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 3 zusammengefasst. Die Prüfungen erfolgten ausschließlich am dem Betonkernen. Für die im Frontbereich der Stützwand eingesetzten Natursteine (Granit) ist von einer wesentlich höheren Druckfestigkeit auszugehen.

**Tab. 4** Zusammenfassung Prüfergebnisse einaxiale Druckfestigkeit

Parameter	HB 2/P1 0.1 m – 0.24 m	SB 1/P1 0.33 m – 0.75 m	SB 2/ P1 0.3 m – 0.4 m
Rohdichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.11	2.15	2.14
Einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	5.2	11.5	7.18

Sowohl die Dichte als auch die Druckfestigkeiten sind im Vergleich mit geltenden bautechnischen Vorschriften sehr gering und weisen eine geringe Qualität des hergestellten Betons aus.

### 5.3.4 Untersuchung auf betonangreifende Inhaltsstoffe

Für die aus der Bohrung BS 5 entnommene Wasserprobe wurden die betonangreifenden Inhaltsstoffe ermittelt. Die Ergebnisse liegen als Anlage 7 bei. In Tabelle 5 erfolgte eine Zusammenfassung der für die Bestimmung der betonangreifenden Inhaltsstoffe wesentlichen Parameter.

**Tab. 5** Untersuchungsergebnis der Wasserprobe auf betonangreifende Stoffe (DIN 4030)

Parameter	Einheit	Ergebnis WP1	Grenzwerte Expositionsklassen (DIN 4030)		
			XA 1 (schwach)	XA 2 (mäßig)	XA 3 (stark)
pH – Wert	-	8.14	6.5 - 5.5	< 5.5 - 4.5	< 4.5
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	7.5	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Ammonium (NH <sup>4+</sup> )	mg/l	0.4	15 - 30	30 - 60	> 60
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	33	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000
CO <sub>2</sub> (kalklösend)	mg/l	<b>18.7</b>	<b>15 - 40</b>	> 40 - 100	> 100

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

Danach wurde bei der Grundwasserprobe eine Überschreitung des Grenzwertes im Gehalt an kalklösender Kohlensäure festgestellt, so dass die Grundwässer nach den Bewertungskriterien der DIN 4030 als "schwach betonangreifend" einzustufen sind. Es ist eine Zuordnung zur Expositionsklasse XA 1 vorzunehmen.



## **5.4 Baugrundmodell, Klassifikationen und Kennwerte**

### **5.4.1 Grundlagen und Normen der Einstufungen**

#### 1. Klassifikationen:

In Kap. 5.4.2. werden die festgestellten Baugrundsichten nach geltenden Normen klassifiziert. Dabei werden 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 ZTVE - StB 09 verwendet. Hierbei bedeuten:

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

Es erfolgt weiterhin eine Klassifizierung nach der DIN 18300 (Klassifikation für das Lösen, Laden und Fördern). Dabei bedeuten:

- Bodenklasse 1: Oberboden
- Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten,
- Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten,
- Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten,
- Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten,
- Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels,

#### 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  $k$  (m/s) angegeben.

### **5.4.2 Klassifikationen, Kennwerte**

Die nachstehende Tabelle 7 enthält die getroffene Einstufung der Baugrundsichten des Untergrundes und die entsprechenden bodenmechanischen und hydrologischen Kennwerte.



**Tab. 7** Schichtung, Eingruppierung, Bodenkenngrößen

Bezeichnung	Auffüllung, Schottertrag- schicht	Auffüllung, Unterbau und Hinterfüllung	Mutterboden	Auelehm	Flussschotter/ Bachablage- rungen	Granitzersatz
Baugrundschrift	1a	1b	2	3	4	5
Bodenart nach DIN 4022	Kies, sandig, schwach steinig, z.T. schwach schluffig	Kies, sandig, schwach schluffig z.T. schluffig bis steinig	Schluff, kiesig, sandig, stark humos	Schluff, tonig, stark sandig	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, z.T. steinig	Granit, zersetzt, Grobsand bis Feinkies, stark mittelsandig, mittelkiesig, schluffig
Bodengruppe nach DIN 18196	GW / GI / GU	GW / GI / GU	OU	TL	SU* / UL / TL	SU / SU*
Bodenklassen, DIN 18300	3	3 – 5	1	4	3 – 5	3 – 6
Bodenklassen, DIN 18301	BN 1	BN 1, BS 1	BO 1	BB1 – BB 2	BN1, BS 1	BN1 – BN 2, FV 1
Frostempfind- lichkeit nach ZTVE-StB 09	F1 – F2	F1 – F2	F3	F3	F1 – F2	F2
Konsistenz	dicht	mitteldicht	weich, locker	weich - steif, z.T. breiig	locker bis mitteldicht	mitteldicht
Wichte cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	21.5 (21.0 – 22.0)	20.0 (19.0 – 20.5)	18.0 (17.0 – 18.5)	18,5 (18.0 – 19.0)	20.0 (19.5 – 20.5)	21.5 (21.0 – 22.0)
Wichte unter Auftrieb, cal $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	11.5 (11.0 – 12.0)	10.5 (10.0 – 11.0)	8.0 (7.0 – 8.5)	8.5 (8.0 – 9.0)	10.5 (10.0 – 11.0)	11.5 (11.0 – 12.0)
Reibungswinkel cal $\phi'$ [Grad]	37 (35 – 38)	33 (32 – 36)	24 (22 – 25)	25 (23 – 27)	35 (33 – 36)	35 (34 – 36)
Kohäsion cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	2 (1 – 3)	4 (2 – 5)	0 (0 – 2)	3 (2 – 8)
Wasserdurchläs- sigkeitsbeiwert cal $k$ [m/s]	$10^{-4}$ $10^{-3} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{-5}$ $10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-8}$ $10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{-4}$ $10^{-3} - 5 \cdot 10^{-6}$	$10^{-5}$ $10^{-4} - 10^{-6}$
Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	70 (50 – 100)	25 (20 – 50)	2 (1 – 4)	3 (2 – 7)	40 (30 – 60)	50 (30 – 70)

## 6 Folgerungen für die Bauplanung

### 6.1 Gründung des Stützbauwerkes

Die Baugrundverhältnisse werden durch den Längsschnitt der Anlage 3.1 und die Querschnittsdarstellungen des vorhandenen Stützbauwerkes (Anlage 3.3) verdeutlicht.

Hinsichtlich der allgemeinen Baugrundsituation und Bauwerkssituation im Bereich der Stützmauer ergeben sich folgende wesentlichen Aussagen:

1. Die Abmessungen der neueren Stützmauer gehen aus Anlage 3.3. hervor. Die Stützmauer weist eine Dicke von 0,9 m ... 1,2 m auf. Die Gründungstiefe wurde bei ca. 365.7 m NHN ermittelt und liegt damit nur ca. 0,28 m ... 0,36 m unter der Bachsohle. Damit ist die Frostsicherheit der Gründung nicht gewährleistet.
2. Die an den Bohrkernen bestimmten Druckfestigkeiten und Dichten für die neuere Stützmauer weisen eine geringe Qualität des Betonkerns aus (vgl. Abschnitt 5.3.3).
3. Die Gründungssohle der bestehenden Gründung liegt im Flussschotter der Baugrundsicht 4. Die Kiessande / Flussschotter stellen einen gut tragfähigen Horizont dar. Es wird für den Neubau der Stützmauer eine frostsichere Gründungstiefe von 1.0 m empfohlen. Damit liegt die Gründungssohle an der Basis der Flussschotter der Baugrundsicht 4 im Übergangsbereich zu dem ebenfalls gut tragfähigen Granitzersatz der Baugrundsicht 5.
4. Der Grundwasserstand korrespondiert mit dem Wasserspiegel im Crinitzer Wasser. Die Flussschotter sind wassergesättigt und stellen einen guten Grundwasserleiter dar.

Sowohl die Flussschotter der Baugrundsicht 4 als auch der Granitzersatz der Baugrundsicht 5 sind als Gründungshorizont für die Ausführung einer Flachgründung geeignet. Bei Fundamentbreiten  $b \geq 1.0$  m und Einbindetiefen  $d \geq 0.5$  m wäre der Bemessung der Gründung ein aufnehmbarer Sohldruck von  $\sigma_{zul} = 200$  kN/m<sup>2</sup> zugrunde zu legen. Die auftretenden Setzungen werden einen Betrag von 0,5 cm - 1 cm nicht überschreiten.

Die Rammbarkeit der Baugrundsichten 1 – 5 ist mit gut einzuschätzen. Der unterhalb der Zersatzzone einsetzende Granit ist nicht rammbar.

Einzelne Rammhindernisse können insbesondere im Hinterfüllbereich des vorhandenen Bauwerks auftreten (Steine / Gerölle).

Für die Herstellung von Baugruben und Baugrubenböschungen gelten die Richtlinien der DIN 4124. Danach dürfen senkrechte Wände nur bis 1.25 m Tiefe bzw. bis 1.75 m Tiefe (bei Abböschung des 1.25 m oberhalb der Sohle liegenden Teiles mit  $\beta = 45^\circ$ ) hergestellt werden.

Für die Herstellung unverbaute Böschungen ist aufgrund der anstehenden grob- bis gemischtkörnigen Auffüllungsböden und der Flussschotter ein **Böschungswinkel** von  $\beta = 45^\circ$  nicht zu überschreiten oder es erfolgt eine Sicherung der Baugrube über einen Verbau.

Beim Aushub der Baugruben für die Herstellung der Gründung der Stützmauer ist eine Wasserhaltung erforderlich. Diese kann als offene Wasserhaltung ausgeführt werden. Das Crinitzer Wasser ist

oberhalb der Baugrube über Rohre zu fassen und durch die Baustelle hindurchzuleiten. Wasserübertritte zur Baugrube sind durch Fangedämme zu verhindern.

Unterhalb der Gründung sollte eine 0,3 m mächtige Sauberkeits-/Dränschicht aus einem enggestuften Schotter hergestellt werden, die eine Abführung zutretender Grundwässer sicherstellt.

Vor Ausführung der Gründungsarbeiten sollten die Sohlen der Baugruben geprüft und abgenommen werden. Die Baugrubensohle ist abzuziehen und innerhalb der grob- bis gemischtkörnigen Flussschotter nachzuverdichten. Bei anstehendem Granitzersatz kann die Nachverdichtung entfallen.

Werden im Bereich der Sohle bindige Böden in sehr weicher bis breiiger Konsistenz angetroffen, so sind diese durch tragfähiges Material zu ersetzen.

## **6.2 Hinweise zum grundhaften Ausbau des Straßenabschnittes km 0+000 – km 0+270**

### **6.2.1 Allgemeine Angaben und Hinweise**

Für die Bauplanung und Baudurchführung sollten berücksichtigt werden:

1. Richtlinie für die Gestaltung von einheitlichen Vorplanungsunterlagen im Straßenbau, RV (Arbeitskreis "Verkehr" des Verbandes unabhängig beratender Ingenieurfirmen e.V., 03/92),
2. RSTO – 01 (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2001),
3. ZTVE - StB 09, (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2009),
4. Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS - Ew (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2005),
5. verschiedene Merkblätter der FGSV.

Der geplante Straßenausbau betrifft dabei Verkehrswege, die der Bauklasse III der RSTO - 01 zuzuordnen sind.

Für den grundhaften Ausbau des Verkehrsweges ist bei Anwendung einer Form des standardisierten Oberbaus nach der RSTO – 01 (Zeile 1, Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht) ein Tragfähigkeitswert von  $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$  auf der Oberkante der Frostschutzschicht zu erreichen.

Zur Erreichung dieser Verformungsmoduln wird in der ZTVE-StB 09 bzw. der RSTO - 01 auf dem Planum von einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ausgegangen.

### **6.2.2 Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus**

Für die Bemessung der Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus wird von der Frosteinwirkungszone III ausgegangen (Frostzonenkarte Deutschland, RSTO-01).

Am Planum stehen überwiegend grob- bis gemischtkörnige Böden an (Auffüllung / Flussschotter), die bei erhöhten Feinkornanteilen der Frostklasse F2 zugeordnet werden.

Nach der RSTO - 01 ist die erforderliche Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus wie folgt zu ermitteln:

**Tab. 8** Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus, Bauklasse IV

Parameter	Örtliche Verhältnisse	Dicke
Grundwert	F3 – Boden	60 cm
Frosteinwirkung	Zone III	+ 15 cm
Lage der Gradiente	In geschlossener Ortslage, etwa in Geländehöhe	± 0 cm
Wasserverhältnisse	günstig	± 0 cm
Randbereiche	außerhalb geschlossener Ortslage mit teilweise wasserdurchlässigen Randbereichen und Entwässerungseinrichtungen	± 0 cm
<b>Σ frostsicherer Straßenaufbau</b>		<b>75 cm</b>

Damit ergibt sich eine erforderliche Gesamtstärke des frostsicheren Straßenaufbaus von 75 cm.

### 6.2.3 Tragfähigkeit des Erdplanums

Für die Anwendung einer Form des standardisierten Oberbaus nach RSTO - 01 ist am Erdplanum ein Tragfähigkeitswert von

$$E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$$

erforderlich.

Sollte trotz Nachverdichtung dieser Wert nicht erreicht werden, ist nach ZTVE-StB 09 entweder

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

Der auf dem Planum geforderte Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  wird in Bereichen mit anstehenden grob- bis gemischtkörnigen Auffüllungsböden erreichbar sein. Hangseitig ist mit einsetzendem Gehängelehm zu rechnen, so dass in diesen Bereichen von einer Unterschreitung der geforderten Tragfähigkeitswerte auszugehen ist. Erfahrungsgemäß werden bei anstehendem Gehängelehm nur Verformungsmoduln  $E_{v2} = 15 \dots 25 \text{ MN/m}^2$  erreicht.

Zudem ist im Bereich einer talseitigen Aufweitung der Verkehrsfläche mit unterhalb des Oberbodens anstehendem Auelehm zu rechnen (vgl. BS 9 – BS 11). Der Auelehm wurde in einer sehr geringen Konsistenz angetroffen und ist daher als extrem gering tragfähig einzuschätzen.

Die bindigen Böden sind aufgrund der hohen Wassergehalte nicht verdichtungsfähig. Eine Nachverdichtung des Planums führt daher nicht zu einer Erhöhung der Tragfähigkeit. Die Nachverdichtung ist nicht möglich, da durch die Mobilisierung des Wassers bei dynamischem Lasteintrag erfahrungsgemäß eine Verschlechterung der Tragfähigkeit eintritt. Am Planum anstehende bindige Böden sind daher nur glatt abzuziehen und maximal statisch mit ein bis zwei Walzenübergängen zu verdichten.

Bei Wasseraufnahme infolge ungünstiger Witterung werden die Tragfähigkeitswerte zudem stark herabgesetzt.

Aufgrund der zu erwartenden stark wechselnden Tragfähigkeitsverhältnisse im Planumbereich sollte ein teilweiser Bodenaustausch eingeplant werden. Als Austauschmaterial können die Auffüllungsböden der Baugrundsichten 1a und 1b herangezogen werden.

Für die Verbreiterung der Verkehrsfläche im Abschnitt km 0+150 – km 0+270 ist im Hinblick auf eine Realisierung gleicher Tragfähigkeitsverhältnisse von einem Bodenaustausch der anstehenden Auelehme auszugehen. Aufgrund der hohen Wassergehalte und enthaltener organischer Beimengungen wird eine Stabilisierung der Auelehme nicht möglich sein. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches bis zum einsetzenden Flussschotter kann aus den vorliegenden Bohrungen BS 9 ... BS 11 mit 0,75 m ... 1,2 m abgeschätzt werden. Die unterste Lage sollte mit einem Grobschlag hergestellt werden (Stärke ca. 0,4 m). Als Trennlage zum Untergrund ist ein Vlies der GRK 4 einzusetzen.

Für den Bereich zwischen km 0+225 und km 0+240 sollte eine Versteilung der Straßenböschung auf eine Neigung von 1:1 vorgenommen werden. Die dauerhafte Standsicherheit der Böschung kann durch Einbau eines mit Kalk stabilisierten bindigen Bodens oder durch Verwendung von Geogitterlagen (empfohlen knotensteife Geogitter Fa. Tensar oder gleichwertig) gewährleistet werden.

#### **6.2.4 Entwässerungsplanung**

Für die Anlage von Versickerungseinrichtungen (Sicker- und Teilsickerrohrleitungen, Sickergräben, Sickerschächte) wird nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS–Ew (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2005)

eine

- ausreichende Mächtigkeit der wasseraufnehmenden Schicht von  $> 1$  m und
- eine Wasserdurchlässigkeit von  $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s

empfohlen.

Für die Anlage von Sickerschächten muss gewährleistet sein, dass der Abstand der Unterkante des Filters zum Grundwasserspiegel mindestens 1 m beträgt.

Die unterhalb der Auelehme anstehenden Flussschotter sind als gut durchlässige Böden für eine Versickerung geeignet. Aufgrund der hohen Grundwasserstände wird jedoch eine Versickerung nur bedingt möglich sein.

■