



**B 7n – Umverlegung der Bundesstraße B 7 zwischen Altenburg und Frohburg
Baugrundgutachten für den Streckenbau (Vorentwurf)**

Teilbereich Sachsen (Bau-km 3+800 bis 10+000)

IFG-Projekt-Nr.: 088-06-07 B

Auftraggeber:

DEGES Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin
Telefon: 030 / 20243-0
Fax: 030 / 20243-291

Objektplanung:

Delta-Plan GmbH
Architektur- und Ingenieurbüro Prof. Kühn
Eubaer Straße 34
09127 Chemnitz
Telefon: 0371 / 75026-0
Fax: 0371 / 75026-13

Verfasser:

IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Purschitzer Straße 13
02625 Bautzen
Telefon: 03591 / 6771-30
Fax: 03591 / 6771-40

Bautzen, 29.03.2012

.....
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Hunold
Bearbeiter

.....
Dipl.-Ing. Arnd Böhmer
Geschäftsführer



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
0. Zusammenfassung.....	5
1. Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben	9
1.1 Veranlassung	9
1.2 Unterlagen.....	10
1.3 Das Bauvorhaben.....	11
2. Der Baugrund.....	12
2.1 Allgemeine Baugrundverhältnisse	12
2.1.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs.....	12
2.1.2 Geologischer Überblick	12
2.2 Bodenaufschlüsse	13
2.3 Schichtenaufbau und Schichtenverlauf.....	15
2.3.1 km 3+800...4+000 (Einschnitt).....	16
2.3.2 km 4+000...4+500 (Einschnitt).....	16
2.3.3 km 4+500...4+900 (Dammlage)	16
2.3.4 km 4+900...5+450 (Dammlage)	17
2.3.5 km 5+450...6+400 (Einschnitt).....	17
2.3.6 km 6+400...8+000 (Dammlage)	17
2.3.7 km 8+000...8+300 (Dammlage)	17
2.3.8 km 8+300...9+300 (Dammlage)	18
2.3.9 km 9+300...9+800 (Einschnitt).....	18
2.3.10 km 9+800...10+000 (Dammlage)	18
2.4 Hydrogeologie und Grundwasserverhältnisse.....	19
2.4.1 Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse	19
2.4.2 km 3+800...4+500 (Einschnitt).....	19
2.4.3 km 4+500...4+900 (Dammlage)	19
2.4.4 km 4+900...5+450 (Dammlage)	19
2.4.5 km 5+450...6+400 (Einschnitt).....	20
2.4.6 km 6+400...8+300 (Dammlage)	20
2.4.7 km 8+300...9+300 (Dammlage)	20
2.4.8 km 9+300...10+000 (Einschnitt / Dammlage)	20
2.5 Straßenbestand Ausbaustrecken.....	21
2.6 Laboruntersuchungen.....	22
2.6.1 Natürlicher Wassergehalt - Tragfähigkeit des Erdplanums	22
2.6.2 Atterberg'sche Konsistenzgrenzen - Verformungsverhalten des Erdplanums.....	23
2.6.3 Körnungskurven.....	23
2.7 Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen	24
3. Erdstatische Nachweise	27
3.1 Verformungen des Straßendamms.....	27
3.1.1 Berechnungsgrundlagen	27
3.1.2 Ergebnisse Setzungsberechnung.....	28
3.2 Standsicherheit von Einschnittböschungen	28

4.	Bautechnische Empfehlungen für den Straßenentwurf	29
4.1	Einschnitte.....	29
4.1.1	Lösbarkeit der Aushubmassen.....	29
4.1.2	Einbau der Abtragsmassen im Straßendamm	29
4.1.3	Böschungsneigungen.....	30
4.1.3.1	Einschnitt km 3+800...4+000.....	30
4.1.3.2	Einschnitt km 4+000...4+500.....	30
4.1.3.3	Einschnitt km 5+450...6+400	30
4.1.3.4	Einschnitt km 9+300...9+800	30
4.1.3.5	Böschungsoberflächen.....	30
4.1.4	Entwässerungsmaßnahmen.....	31
4.1.4.1	Planumsentwässerung.....	31
4.1.4.2	Fassung und Ableitung von Grund- und Sickerwasser oberhalb der Gradienten.....	31
4.1.4.3	Versickerungsmöglichkeiten für Oberflächenwasser	31
4.1.5	Frostschutz	32
4.1.6	Herstellung Planum.....	33
4.2	Dammstrecke	34
4.2.1	Tragfähigkeit des Dammuntergrundes	34
4.2.2	Böschungsneigung Dammbauwerk.....	35
4.2.3	Herstellung des Dammkörpers.....	36
4.2.4	Versickerungskapazität der Straßendamböschungen	36
5.	Gründungsempfehlung für Brückenbauwerke entlang der B 7n.....	37
6.	Altlasten	38
6.1	Altlastenverdachtsflächen.....	38
6.2	Schadstoffbelastung des bituminösen Straßenaufbruchs	39
7.	Sonstige Hinweise.....	40

TABELLEN

	Seite
Tabelle 1. Übersicht Baugrundverhältnisse	5
Tabelle 2. Übersicht Brückenbauwerke	11
Tabelle 3. Übersicht Aufschlusspunkte.....	13
Tabelle 4. Richtwerte E_{v2}	22
Tabelle 5. Zustandsform der bindigen Böden	23
Tabelle 6. Kornzusammensetzung	24
Tabelle 7. Bodenmechanische Kennwerte	25
Tabelle 8. Bodenklassen	26
Tabelle 9. Berechnungsstationen Dammsetzung	27
Tabelle 10. Setzungen des Straßendamms.....	28
Tabelle 11. Durchlässigkeitsbeiwerte für angetroffene Bodenschichten	32
Tabelle 12. Böschungsversickerung Einschnitte gemäß RAS-Ew	32
Tabelle 13. Gründungsempfehlungen für Bauwerke an der B 7n (Sachsen)	37
Tabelle 14. Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01	39
Tabelle 15. Bewertung des bituminösen Straßenaufbruchs.....	40

ANLAGEN

Blattzahl

Anlage 1	Übersichtskarte - B 7n Sachsen (M 1:25.000)	1
Anlage 2	Übersichtspläne	
Anlage 2.1	Lagepläne mit Darstellung der Aufschlusspunkte (M 1:2000)	8
Anlage 2.2	Höhenplan mit geotechnischem Bewertungsband km 3+800 bis km 10+000	1
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile und Sondierdiagramme gem. EN ISO 22 475	
Anlage 3.1	Schichtenverzeichnisse	43
Anlage 3.2	Bohrprofile	33
Anlage 3.3	Sondierdiagramme	7
Anlage 4	Baugrundprofilschnitte	10
Anlage 5	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	
Anlage 5.1	Wassergehalt	12
Anlage 5.2	Konsistenzgrenzen	5
Anlage 5.3	Korngrößenverteilung	26
Anlage 5.4	Glühverlust	1
Anlage 5.5	Drucksetzungsversuch	6
Anlage 5.6	Penetrometerversuch	1
Anlage 6	Chemische Laboruntersuchungen	
Anlage 6.1	Prüfberichte Asphaltproben	2
Anlage 7	Erdstatische Nachweise	
Anlage 7.1	Verformung des Straßendamms	4
Anlage 8	Fotodokumentation	
Anlage 8.1	Fotos Bohrgut (Rotationskernbohrung)	22
Anlage 8.2	Fotos Asphalt und Betonbohrkerne	2
Anlage 9	Lageplan mit Altlastenverdachtsflächen gem. SALKA	2

0. Zusammenfassung

Der überwiegende Teil der Trasse verläuft im sächsischen Teilabschnitt über Acker- und Grünflächen, welche einen Mutterbodenhorizont von durchschnittlich $d = 50$ cm aufweisen. Die Oberflächenbedeckungen Mutterboden, Auffüllung und Straßenaufbau werden in diesem Gutachten mit der **Schicht 0** bezeichnet. Unterhalb dieser Oberflächenbedeckungen steht der in Tabelle 1 angegebene Baugrund an.

Tabelle 1. Übersicht Baugrundverhältnisse

Abschnitt / Anzahl ausgeführter Bohrungen	Baugrund	Grundwasser
3+800 bis 4+000 / 1 Bohrung	<ul style="list-style-type: none"> - bis 1...2 m Lößlehm (UL, TL), steif bis halbfest - liegend Zechsteinkonglomerat-Zersatz (SU*, ST*, TL, UL), steif bis fest 	<ul style="list-style-type: none"> - Staunässe bzw. Sickerwasser ab ca. 2 m u. GOK - Grundwasser ab ca. 4 m u. GOK
4+000 bis 4+500 / keine Bohrung	nicht bekannt Annahme: <ul style="list-style-type: none"> - bis ca. 1...2 m Lößlehm (UL, TL), Konsistenz unbekannt - bis 3 m Geschiebelehm (TL, TM, SU*, ST*, GU*, GT*), Konsistenz unbekannt - im Liegenden ab 3 m Geschiebesand/- kies (SU, GU, SW, GW, SE, GE) 	nicht bekannt Annahme: <ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser ab ca. 5 m u. GOK möglich - Staunässe bzw. Sickerwasser oberhalb 5 m u. GOK möglich
4+500 bis 4+900 / keine Bohrung	nicht bekannt Annahme: <ul style="list-style-type: none"> - bis ca. 2...3 m Auelehm (TL, UL, OU, OT), Konsistenz nicht bekannt - bis 4 m Geschiebelehm (UL, UM, TL, TM, SU*, ST*), Konsistenz unbekannt - im Liegenden Geschiebesand/- kies (SU, GU, SW, GW, SE, GE) 	nicht bekannt Annahme: <ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser im anstehenden Sand/Kies - freier Grundwasserspiegel < 2 m u. GOK
4+900 bis 5+450 / 2 Bohrungen	<ul style="list-style-type: none"> - bis ca. 3 m Lößlehm (UL, TL), halbfest - bis 4 m Geschiebesand/- kies (GU, SU, SE) mitteldicht bis dicht gelagert - bis ca. 12 m Geschiebelehm (SU*, UL), steif bis halbfest - bis 13 m Geschiebesand/- kies (SU, GU) mitteldicht - im Liegenden ab 13 m Braunkohle (HZ), steif 	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser ab ca. 5...7 m u. GOK
5+450 bis 6+400 / 8 Bohrungen	<ul style="list-style-type: none"> - bis ca. 1...2 m Lößlehm (UL), halbfest - bis ca. 4...5 m Geschiebelehm (UL, UM, TL, SU*, ST*), halbfest - bis ca. 12...14 m Geschiebesand/- kies (SU, GU, GW, SW, SE, GE) mitteldicht bis sehr dicht gelagert, mit zunehmender Teufe dichter - im Liegenden ab 12...14 m Tertiärton (TL, TM, UM), halbfest bis fest 	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser ab ca. 8 m u. GOK - Staunässe bzw. Sickerwasser ab 5 m u. GOK
6+400 bis 8+000 / 9 Bohrungen	<ul style="list-style-type: none"> - bis 0,5...2,5 m Lößlehm (UL, TL), halbfest - bis 5 m Geschiebelehm (SU*, UL, TL), steif bis halbfest, lokal fest/steif mit zunehmender Teufe weicher - im Liegenden ab 5 m Geschiebesand/- kies (SU, GU, GW, SW, SE, GE) mitteldicht bis dicht gelagert - bei 7+200 ab 12...14 m Braunkohle (HZ), halbfest bis fest 	<ul style="list-style-type: none"> - Grundwasser ab ca. 3...5 m u. GOK - zw. 7+700 und 7+900 anstieg des GW bis auf 1 m u. GOK

Abschnitt / Anzahl ausge- führter Bohrun- gen	Baugrund	Grundwasser
8+000 bis 8+300 / 3 Bohrungen	- bis 8 m Geschiebesand (SU, SW), mitteldicht gelagert, teilweise Geschiebelehm eingelagert (SU*)	- Grundwasser ab ca. 3 m u. GOK
8+300 bis 9+300 / 6 Bohrungen	- bis 1...4 m Auelehm, teilweise mit torfigen Einlagerungen (OU, OT, UL, TL) halbfest bis steif, lokal weich bis breiig - bis 4...5 m Geschiebelehm (UL, UM, TL, TM), steif bis halbfest - bis 5...8 m Geschiebesand/-kies (SW, SU, GW, GU), locker bis mitteldicht gelagert - im Liegenden ab 5...8 m Geschiebemergel (ST*, TL, TM) steif bis fest	- Grundwasser ab ca. 2,5...5,0 m u. GOK - der freie Grundwasserspiegel liegt bei ca. 0,5 m u. GOK
9+300 bis 10+000/ 4 Bohrungen	- bis 0,5...1 m Lößlehm (UL, TL), steif bis halbfest, - bis 4 m Geschiebelehm mit Einlagerungen aus Geschiebesand (SU*, ST*, UL, TL), steif bis halbfest, lokal weich und fest - bis 6...7 m Geschiebemergel (SU*, ST*, TL), halbfest bis fest - im Liegenden am 7 m Geschiebesand/-kies (SU, GU, GW), dicht bis sehr dicht gelagert	- Staunässe bzw. Sickerwasser ab ca. 1,5...4 m u. GOK - Grundwasser im Geschiebesand/kies ab 10 m u. GOK

Aus den abgeteufte Aufschlüssen lässt sich folgende Einteilung der in den Einschnitten zu lösenden Massen bezüglich ihrer Bodenklassen (ohne Mutterboden) abschätzen:

- Bodenklasse 3: ca. 15 %
- Bodenklasse 4: ca. 65 %
- Bodenklasse 5: ca. 10 %
- Bodenklasse 6 und 7: ca. 10 % (teilweise unbekannte geologische Verhältnisse).

Um die Wiedereinbaufähigkeit der Aushubmassen zu gewährleisten, sollten für ca. 25 % des Erdaushubes Zusatzmaßnahmen (Bindemittelverbesserung - 3...4% Kalk) eingeplant werden. Sande/Kiese der Schicht 5 (SU, GU, SE, GE, SW, GW) können ohne Zusatzmaßnahmen zum Dammbau verwendet werden. Zum Einbau der ca. 10 % der Abtragsmassen umfassenden Grobsteine und Blöcke (BK 6 und BK 7 innerhalb des Geschiebelehms) in den Straßendamm ist ein vorheriges Zerkleinern auf 20 cm Kantenlänge erforderlich.

Bis auf den Abschnitt km 4+000 bis km 4+500 können alle zu errichtenden Einschnitte und Dämme mit einer Böschungsneigung von 1:1,5 hergestellt werden. Im Teilabschnitt km 4+000...4+500 wird die Böschungsneigung aufgrund fehlender Erkundungsergebnisse auf 1:2 abgeflacht (sichere Seite).

Für die Ermittlung des frostsicheren Oberbaues gelten nach RStO 01:

- Frosteinwirkungszone II gesamte Strecke
- Frostempfindlichkeitsklasse F3 gesamte Strecke
- günstige Grundwasserverhältnisse km 4+500...10+000
- ungünstige Grundwasserverhältnisse km 3+800...4+500

Zwischen km 4+000 und 4+500 befindet sich das Planum vermutlich auf sandigen Schichten, welche eigentlich F1 und F2 entsprechen. Da jedoch noch keine Erkundung in diesem Abschnitt erfolgen konnte, wird F3 (ungünstigster Baugrund – sichere Seite) auch für diesen Abschnitt und somit für die gesamte Strecke angesetzt.

In den Einschnittbereichen

- 3+800 bis 4+000
- 4+000 bis 4+500
- 5+450 bis 6+400
- 9+300 bis 9+800

ist infolge zu geringer Tragfähigkeit des im Planum anstehenden Baugrunds eine Planumsverbesserung vorzusehen. Die Planumsverbesserung sollte durch eine 30...40 cm tiefe Bodenverbesserung mit 3...4 % Mischbinder erfolgen. Zur Durchführung der Bodenverbesserung ist in den o.g. Einschnitten unbedingt der vorlaufende Einsatz einer Egge zwecks Ortung von Steineinlagerungen einzuplanen.

Für die Entwässerung des Einschnittbereichs km 4+000...4+500 sollte das Planum über Längsentwässerungen drainiert werden, wobei diese als Tiefenentwässerung auszubilden ist

Im Bereich des gewachsenen Baugrunds ist meist schwach bis sehr schwach durchlässiger Boden (Lößlehm, Auelehm sowie Geschiebelehm) vorhanden, welcher für Versickerungszwecke ungeeignet ist. Es wird daher für die Entwässerung ein kombiniertes Mulden-Rigolen-System mit Anschluss an die Vorflut bzw. Versickerungsbecken zur Entwässerung empfohlen.

Stärker durchlässiger Baugrund steht an der geplanten Trasse zwischen km 5+700 und km 5+950 sowie zwischen km 8+000 und km 8+300 als Geschiebesand/Kies bzw. glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (Schicht 5) an. Eine Versickerung in Randgräben ist in diesen Bereichen möglich. Auch sind diese Bereiche aufgrund ihres ausreichenden Abstands zum Grundwasser als Standorte für Versickerungsbecken geeignet, hierfür sollte jedoch eine separate Erkundung erfolgen.

Für folgende Abschnitte müssen Zusatzmaßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit der Dammaufstandflächen vorgesehen werden:

- **km 4+500...4+900**
 - Einbau einer 60 cm mächtigen kapillarbrechenden Schicht auf Stabilenka sowie beidseitige Längssickerleitungen
 - Überschütten des Dammkörpers um ca. 2 m erforderlich (Standzeit 4...6 Monate)
 - zur Beschleunigung der Konsolidierung des Dammkörpers wird der Einbau von Vertikaldrainagen im Auelehm empfohlen, dadurch lässt sich die Konsolidierungszeit auf ca. 3...4 Monate verkürzen.

- **km 4+900...5+000**
 - Damm ca. 2 m überschütten (Standzeit ca. 4...6 Monate).
- **km 5+000...5+400**
 - zwischen km 5+000 und km 5+400 Dammuntergrund mit ca. 3 % Kalk stabilisieren.
- **km 6+400...7+000**
 - Dammauflager mit ca. 3 % Kalk stabilisieren
 - Damm um ca. 1 m überschütten (Standzeit ca. 4...6 Monate).
- **km 7+000...8+000**
 - Dammauflager mit ca. 3 % Kalk stabilisieren.
- **km 8+300...9+300**
 - Einbau einer 100 cm mächtigen kapillarbrechenden Schicht auf Stablenka sowie beidseitige Längssickerleitungen
 - Überschütten des Dammkörpers um ca. 3 m (Standzeit 8...10 Monate)
 - zur Beschleunigung der Konsolidierung des Dammkörpers wird der Einbau von Vertikaldrainagen im Auelehm empfohlen, dadurch lässt sich die Konsolidierungszeit auf ca. 5...6 Monate verkürzen.

Der beim Rückbau der GVS Eschefeld - Pahna sowie GVS Benndorf - Bubendorf anfallende Asphalt ist gemäß RuVA-StB 01 der Verwertungsklasse A zuzuordnen.

Bautechnisch relevante Schadstoffbelastungen sind bis zur Erstellung des Gutachtens nicht recherchiert oder erkundet worden.

1. Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben

1.1 Veranlassung

Die B 7 soll zwischen der B 93 nördlich Altenburg und der B 95 nördlich Frohburg neu gebaut werden. Der Vorentwurf wird durch die DEGES im Auftrag des Freistaats Sachsen und des Freistaates Thüringen aufgestellt. Das vorliegende Baugrundgutachten gilt für den Vorentwurf der Verkehrsanlage des Projekts im sächsischen Teilabschnitt von km 3+800 bis km 10+000. Daneben sind Standortgutachten zur Gründungsberatung für die Ingenieurbauwerke als gesonderte Unterlagen zu erstellen.

Auf Grundlage der Vorzugslinie wurde ein Aufschlussprogramm zur Baugrundbeurteilung für den Vorentwurf aufgestellt (→ Kap. 2.2). Das Aufschlussprogramm wurde während der Bearbeitung aufgrund fehlender Betretungsgenehmigungen mehrfach modifiziert. Von den ursprünglich geplanten 90 Aufschlüssen konnten bis zur Erstellung dieses Gutachtens 33 Aufschlüsse in Sachsen ausgeführt werden, wobei neun dieser Bohrpunkte (BP 88a, BP 91a...BP 95a, BP 110a, BP 124a, BP 144a) aus dem geplanten Baufeld heraus auf öffentliche Flächen gelegt werden mussten.

Die Aufschlussbohrungen (BK) erfolgten durch die Bohrgesellschaft Roßla mbH aus Berga. Rammkern- und Rammsondierungen (RKS / DPH) wurden als Felduntersuchungen durch IFG realisiert. Die Baugrunderkundungen der 1. Bohrkampagne erfolgten gestaffelt im Zeitraum September 2010 bis September 2011.

Durch das vorliegende Baugrundgutachten können die Untergrundverhältnisse entlang des geplanten Streckenverlaufes beschrieben und klassifiziert werden. Darauf aufbauend, werden Vorschläge und Hinweise zur Planung der im Zuge der Baumaßnahme durchzuführenden Tiefbau- bzw. Erdbauarbeiten gegeben. Im Einzelnen dienten die Arbeiten zur Erkundung des Baugrundes der Klärung nachfolgender Schwerpunkte:

- Geologische, geotechnische und Baugrundverhältnisse
- Hydrogeologische Verhältnisse
- Boden- und Felsklassifizierung (DIN 4022, DIN 18196, DIN 18300)
- Tragfähigkeit des Erdplanums
- Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94
- Wiedereinbaufähigkeit von Aushubmassen
- Böschungsneigungen in Einschnitten und Dämmen
- Setzungsverhalten des Straßendamms
- Baugrundentwässerungsmaßnahmen
- Versickerung von Oberflächenwasser
- Verwendbarkeit von Straßenaufbruch
- Beeinflussung des Baugrunds durch Bergbau
- Altlastensituation.

1.2 Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden bei der Bearbeitung des Baugrundgutachtens Verwendung:

Karten

- /1/ Topographische Karte, M 1:25.000, Blatt Altenburg N (4940) und Landesvermessungsamt Sachsen, 1997
- /2/ Topographische Karte, M 1:25.000, Blatt Frohburg (4941) und Landesvermessungsamt Sachsen, 1997
- /3/ Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete, M 1:50.000 Blatt Zeitz (2665), Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Freiberg 1996
- /4/ Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete, M 1:50.000 Blatt Mittweida (2666), Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Freiberg 1996
- /5/ Lithofazieskarte Quartär, M 1:50.000, Blatt Zeitz (2665), Zentrales Geologisches Institut Berlin, Potsdam 1983
- /6/ Lithofazieskarte Quartär, M 1:50.000, Blatt Mittweida (2666), Zentrales Geologisches Institut Berlin, Potsdam 1984
- /7/ Hydrogeologisches Kartenwerk, M 1:50.000, Blatt Zeitz / Borna W (1206-3/4), Zentrales Geologisches Institut Berlin, 1984
- /8/ Hydrogeologisches Kartenwerk, M 1:50.000, Blatt Borna O / Leisnig (1207-3/4), Zentrales Geologisches Institut Berlin, 1984.

Recherche Baugrund

- /9/ Altlastenverdachtsflächen, Auszug aus dem SALKA, e-mail Herr Steiner Umweltamt / Landratsamt Leipzig, vom 06.12.2011.

Planungsunterlagen zum Projekt

- /10/ Lageplan Vorentwurf, Delta Plan GmbH, Chemnitz, 01/2012
- /11/ Höhenplan Vorentwurf, Delta Plan GmbH, Chemnitz, 01/2012.

1.3 Das Bauvorhaben

Der zu untersuchende Streckenabschnitt der B 7n erstreckt sich von der Landesgrenze Sachsen / Thüringen nach Nordosten über das Wyhratal bis zur B 95 zwischen Bubendorf und Frohburg. Die Trasse umfasst eine Länge von 10 km. Zum Untersuchungsumfang gehören die geplante Hauptstrecke sowie deren Brückenbauwerke.

Die Gradienten der B 7n verläuft sowohl in Dammlage als auch im Einschnitt, wobei Dammlage überwiegt, d.h. es ist von einem Massendefizit auszugehen. Im Einzelnen lässt sich der prinzipielle Verlauf der Gradienten wie folgt gliedern:

km 3+800...4+500	Einschnitt bis t = 9,5 m
km 4+500...5+450	Dammlage bis h = 6 m
km 5+450...6+400	Einschnitt bis t = 3 m
km 6+400...8+300	Dammlage bis h = 5,5 m
km 8+300...9+300	Dammlage bis h = 12,5 m
km 9+300...9+800	Einschnitt t = 1 m
km 9+800...Bauende	Dammlage bis h = 4 m

Innerhalb des Bauabschnitts ist die Errichtung von folgenden Brückenbauwerken (BW) vorgesehen:

Tabelle 2. Übersicht Brückenbauwerke

Nr.	Bau-km	Bezeichnung	Bauwerkslänge / Lichte Weite
BW 1 SN	4+734...4+748	Brücke im Zuge der B 7n über den Grenzgraben	14 m
BW 2 Ü SN	5+193,39	Brücke im Zuge der Straße nach Pahnna über die B 7n	26 m
BW 3 Ü SN	6+215	Brücke im Zuge einer Grünbrücke über die B 7n	24 m
BW 4 Ü SN	7+199,6	Brücke im Zuge einer Fledermausleitstruktur über die B 7n	32 m
BW 5 Ü SN	7+282,73	Brücke im Zuge der GVS nach Wyhratal über die B 7n	33 m
BW 6 SN	8+473...8+493	Brücke im Zuge der B 7n über den Fasaneriebach	20 m
BW 7 SN	8+632,5...8+692,5	Brücke im Zuge der B 7n über die Wyhra	60 m
BW 8 SN	8+930...8+942	Brücke im Zuge der B 7n über das Bubendorfer Wasser	12 m
BW 9 SN	9+155...9+175	Brücke im Zuge der B 7n über einem Weg (ökologisches Bauwerk)	20 m
BW 10 Ü SN	9+733,25	Brücke im Zuge der Bubendorfer Straße über die B 7n	25 m

2. Der Baugrund

2.1 Allgemeine Baugrundverhältnisse

2.1.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs

Im sächsischen Bauabschnitt führt die B 7n überwiegend über Ackerland und quert dabei 5 Gemeindeverbindungsstraßen (GVS) bzw. Wirtschaftswege (WW). An der Landesgrenze Sachsen / Thüringen verläuft die B 7n nach Norden und überwindet daraufhin eine westlich von Eschefeld gelegene kleinere Aue (Grenzgraben).

Nördlich Eschefeld verläuft das Gelände leicht wellig. Die Trasse muss hier den Galgenberg mit 186,5 m NHN überwinden, welcher gleichzeitig die höchste Erhebung im sächsischen Teilbereich darstellt.

Nach dem Galgenberg fällt das Gelände stetig im Bereich der Ellenfelder ab. Die Trasse erreicht nordwestlich von Benndorf die durch den Fasaneriebach, die Wyhra und das Bubendorfer Wasser geprägte Aue (Wyhratal). Das Wyhratal hat im Bereich der geplanten Trasse eine Breite von ca. 1.000 m und liegt ca. 12...13 m tiefer als das umgebende Gelände.

Eine Bebauung ist im näheren Umfeld der geplanten Trasse nicht vorhanden.

2.1.2 Geologischer Überblick

An der Landesgrenze Freistaat Sachsen / Freistaat Thüringen befindet sich der Übergangsbereich der oberflächennah anstehenden Zechstein-Konglomerat-Formation und der pleistozänen Ablagerungen. Das Zechstein-Konglomerat liegt hier als Zersatz vor und ist in seiner Zusammensetzung sehr wechselhaft. Das Grundwasser fließt in diesem Bereich in den Lockergesteinsschichten über dem anstehenden Festgestein.

Im weiteren Verlauf der Trasse steht im Bereich des Grenzgrabens wiederum Auelehm an, dem sich bis zur Wyhraaue pleistozäne Ablagerungen aus der Elster- und Saale-1-Kaltzeit anschließen. Lokal können diese Ablagerungen durch tertiäre Aufragungen durchbrochen werden. Die anstehende Lößlehmschicht ist eiszeitlich beeinflusst und als umgelagert anzusehen. Die pleistozänen Ablagerungen setzen sich aus Geschiebelehm bzw. -mergel sowie aus glazifluviatil geprägten Sanden und Kiesen zusammen. Die tertiären Aufragungen weisen Ton-, Kies- sowie Braunkohleschichten auf. Grundwasser ist in diesem Bereich teilweise als gespannt mit einem Flurabstand von 5...10 m ausgewiesen.

Der Fasaneriebach, die Wyhra sowie das Bubendorfer Wasser prägen zwischen km 8+300 und km 9+300 den Auebereich. In der Aue stehen anmoorige Deckschichten (Auelehm) über fluviatil geprägten Sanden und Kiesen an. Das Grundwasser wird durch die bindigen Aueablagerungen gespannt und fließt in den fluviatilen Kiesen und Sanden.

Im letzten Bauabschnitt lagern wiederum pleistozäne Sedimente der Elster- sowie der Saale-1-Kaltzeit unter weichselkaltzeitlichen Ablagerungen. Die Sedimente setzen sich aus sehr wechselhaften Lagen von Geschiebelehm bzw. -mergel sowie glazifluviatilen Sanden und Kiesen zusammen. Das Grundwasser wird als frei mit einem Flurabstand von 5...10 m im Lockergestein ausgewiesen.

2.2 Bodenaufschlüsse

Der Regelabstand der Aufschlüsse beträgt in Abhängigkeit von zu erwartendem Baugrund und Gradientenlage 50...200 m entlang der Achse der B 7n. Die geplante Endteufe der Aufschlüsse richtete sich nach der Lage der entsprechenden Station im Höhenplan. Als Kriterium zur Bestimmung der Aufschlusstiefen wurden

- Damm bzw. Einschnitt < 2 m: Aufschlusstiefe = 3 m unter GOK
- Damm > 2 m Aufschlusstiefe = 5 m unter GOK
- Einschnitt > 2 m Aufschlusstiefe = 4 m unter Gradienten
- Bauwerksstandorte Aufschlusstiefe = 15 m unter GOK

festgelegt.

Aufgrund fehlender Betretungsgenehmigungen konnten die geplanten Aufschlüsse teilweise nicht ausgeführt werden. Insbesondere in den Streckenabschnitten km 3+900...6+000, km 6+700...7+700 und km 8+500...9+500 konnte die Baugrunderkundung nur unzureichend umgesetzt werden. Die geotechnischen Aussagen dieses Gutachtens beruhen in den zuvor genannten Bereichen hauptsächlich auf Daten des geologischen und hydrogeologischen Kartenmaterials sowie auf Erfahrungswerten. Dabei wurde immer von den schlechteren Baugrundverhältnissen ausgegangen (sichere Seite). Für eine hinreichende Planungssicherheit sind weitere Baugrundaufschlüsse, vor allem in den noch nicht erkundeten Bereichen, zwingend erforderlich.

Mit Abschluss der 1. Bohrkampagne wurde insgesamt folgender Erkundungsumfang realisiert:

- 7 Bohrungen (BK)
- 26 Rammkernsondierungen (RKS)
- 7 Schwere Rammsondierungen (DPH)

Die vorhandenen Straßenbefestigungen in Kreuzungsbereichen der geplanten B 7n wurden an insgesamt 3 Aufschlüssen beprobt und im chemischen Labor bezüglich ihrer Wiederverwendbarkeit untersucht.

Die Soll-Koordinaten der Aufschlusspunkte wurden durch IFG aus der Entwurfsvermessung bzw. Straßenplanung ermittelt. Durch das Vermessungsbüro Pfitzner aus Bautzen erfolgte anhand dieser Koordinaten die lagemäßige Markierung der Aufschlusspunkte im Gelände sowie die Ermittlung der geodätischen Ist-Höhe. Verschobene Aufschlusspunkte wurden nach Bohrende eingemessen.

Lage (GK RD 83) und Höhe (DHHN 92) aller Aufschlüsse der 1. Bohrkampagne sind in Tabelle 3 dokumentiert.

Tabelle 3. Übersicht Aufschlusspunkte

Aufschluss		RW	HW	Höhe [m NHN]	Bohrverfahren	Bemerkungen
BP 60		4535558,6	5655438,7	189,39	RKS	3+875
BP 81	DPH 81	4535928,8	5656696,7	183,10	KB	5+195 (BW 2Ü SN)
BP 82	DPH 82	4535955,1	5656696,6	182,76	KB	5+195 (BW 2Ü SN)
BP 88a	DPH 88a	4536083,3	5657144,4	186,50	KB	5+665
BP 91a		4536253,9	5657331,5	184,34	RKS	5+904
BP 92a		4536288,6	5657422,2	182,81	RKS	6+004

Aufschluss		RW	HW	Höhe [m NHN]	Bohr- verfahren	Bemerkungen
BP 93a		4536325,4	5657520,8	182,38	RKS	6+112
BP 94a		4536359,5	5657611,1	182,51	RKS	6+209
BP 95a	DPH 95a	4536379,7	5657671,8	181,17	KB	6+275 (BW 3Ü SN)
BP 99		4536351,3	5657717,9	182,27	RKS	6+298
BP 100		4536404,3	5657811,6	178,90	RKS	6+405
BP 101		4536453,4	5657899,2	175,61	RKS	6+505
BP 102		4536495,8	5657986,8	173,15	RKS	6+603
BP 103		4536533,8	5658078,0	171,14	RKS	6+702
BP 108		4536647,6	5658583,7	171,16	RKS	7+220
BP 110a	DPH 110a	4536716,9	5658571,4	170,37	KB	7+210 (BW 4Ü SN)
BP 112		4536652,9	5658781,0	167,51	RKS	7+420
BP 115		4536636,6	5659081,0	163,64	RKS	7+720
BP 116		4536634,1	5659185,6	163,28	RKS	7+825
BP 117		4536641,4	5659290,5	162,42	RKS	7+930
BP 118		4536660,4	5659392,7	162,60	RKS	8+035
BP 119		4536689,8	5659488,3	162,45	RKS	8+135
BP 120		4536730,3	5659581,4	160,85	RKS	8+235
BP 121		4536784,3	5659674,2	157,38	RKS	8+340
BP 122		4536848,5	5659704,7	154,67	RKS	8+405
BP 124a	DPH 124a	4536862,1	5659795,0	152,57	KB	8+485 (BW 6 SN)
BP 133		4537308,9	5660048,2	151,77	RKS	9+002
BP 134		4537407,5	5660067,9	152,07	RKS	9+102
BP 135		4537445,9	5660121,7	154,38	RKS	9+140
BP 141		4537841,2	5660026,0	169,74	RKS	9+540
BP 142		4537936,9	5659996,5	170,72	RKS	9+640
BP 144a	DPH 144a	4538046,3	5659968,7	171,70	KB	9+755 (BW 10Ü SN)
BP 145		4538139,7	5659967,8	171,93	RKS	9+850

Legende:

RKS ... Rammkernsondierung
BP ... Bohrpunkt
a... umverlegte Bohrpunkte

KB ... Kernbohrung
HW ... Hochwert GK/RD 83

DPH ... Schwere Rammsondierung
RW ... Rechtswert GK/RD 83

2.3 Schichtenaufbau und Schichtenverlauf

Der überwiegende Teil der Trasse verläuft im sächsischen Teilabschnitt über Acker- und Grünflächen, welche einen Mutterbodenhorizont von $d = 30 \dots 50 \text{ cm}$ ($\varnothing 40 \text{ cm}$) aufweisen. Die Oberflächenbedeckungen Mutterboden, Auffüllung und Straßenaufbau werden in diesem Gutachten mit der **Schicht 0** bezeichnet. Unterhalb dieser Oberflächenbedeckungen wurden folgende Horizonte erkundet:

- Schicht 1** **Lößlehm** – Schluff, feinsandig, schwach tonig (**UL-TL**), im sächsischen Teilabschnitt umgelagert → vereinzelt Kiese und Steine, Konsistenz überwiegend halbfest, lokal steif oder fest
- Schicht 2** **Auelehm** – Schluff/Ton, sandig, organisch (**OU/OT-UL/UM-TL/TM/TA**), teilweise wechsellagernd mit Auesand, lokal mit Torfeinlagerungen, Konsistenz halbfest bis weich, lokal breiig
- Schicht 3** **Auesand/-kies** – Sand/Kies, schwach schluffig bis schluffig (**SU/GU-SW/GW**), lokal mit Holzeinlagerungen, locker bis mitteldicht gelagert (nur in Thüringen angetroffen – in Sachsen im Bereich der Wyhraue nur vermutet)
- Schicht 4.1** **Geschiebelehm** – Sand, stark schluffig, stark tonig, kiesig bis Schluff/Ton, stark sandig, kiesig (**UL/TL/TM-SU*/ST*-GU*/GT***), wechsellagernd mit Geschiebesand, Konsistenz steif bis halbfest
- Schicht 4.2** **Geschiebemergel** – Sand, sehr stark tonig, schwach kiesig, kalkhaltig bis Ton, stark sandig, schwach kiesig, kalkhaltig (**TL/TM-SU*/ST***), Konsistenz überwiegend halbfest
- Schicht 5** **Geschiebesand/-kies sowie glazifluviatil geprägte Sande/Kiese** – Sand/Kies, schwach schluffig bis schluffig (**SU/GU-SE/GE-SW/GW**), mitteldicht bis sehr dicht gelagert
- Schicht 6.1** **Tertiärton** – Ton, sandig bis stark sandig (**UM-TM**), lokal mit Braunkohleinlagerungen, Konsistenz halbfest bis fest
- Schicht 6.2** **Tertiärkies** – Kies, sandig, schwach schluffig bis stark schluffig (**GU-GU***), dicht bis sehr dicht gelagert (nur in Thüringen angetroffen)
- Schicht 6.3** **Braunkohle** – Braunkohle zersetzt (**HZ**), Konsistenz steif bis fest
- Schicht 7.1** **Zechstein-Konglomerat-Zersatz** – Sand, stark tonig, kiesig bis Ton, stark sandig, kiesig (**TL/TM/TA-ST*/SU***), lokal mit sandigen bzw. kiesigen Einlagerungen, Konsistenz halbfest bis fest
- Schicht 7.2** **Zechstein-Konglomerat verwittert** – Sandstein, zerfällt unter leichtem Druck zu tonigen Sand und Kies (**Zv**), vollständig verwittert (nur in Thüringen angetroffen)
- Schicht 7.3** **Zechstein-Konglomerat angewittert** – Sandstein (**Zv-Z**), angewittert bis verwittert (nur in Thüringen angetroffen).

2.3.1 km 3+800...4+000 (Einschnitt)

Der Einschnitt der Trasse verläuft in diesem Abschnitt durch eine Lößlehmdecke (UL, TL - Schicht 1), welche eine Mächtigkeit von 2 m und eine steife bis halbfeste Konsistenz aufweist.

Im Liegenden steht Zechstein-Konglomerat-Zersatz (UL, TL, TM, ST*, SU* - Schicht 7.1) mit steifer bis fester Konsistenz an. In den Sand- bzw. Kieseinlagerungen des Zersatzes ist ab 2 m u. GOK mit Staunässe bzw. Sickerwasser zu rechnen. Grundwasser wurde ab 4 m u. GOK erkundet.

2.3.2 km 4+000...4+500 (Einschnitt)

In diesem Abschnitt konnten keine Baugrundaufschlüsse ausgeführt werden, daher beruhen alle Aussagen zu diesem Abschnitt aus Daten des geologischen und hydrogeologischen Kartenwerks.

Oberflächennah ist in diesem Abschnitt mit umgelagerten Lößlehm (UL, TL – Schicht 1), der eine Mächtigkeit von 1..2 m aufweist, zu rechnen. Der Lößlehm enthält kiesige und steinige Einlagerungen.

Unterhalb des Lößlehms stehen glaziale Ablagerungen aus Geschiebelehm (TL, TM, ST*, SU*, GU*, GT* - Schicht 4.1) sowie Geschiebesande bzw. glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (SU, GU, SE, GE, SW, GW - Schicht 5) an.

Die Sande/Kiese der Schicht 5 bilden in diesem Abschnitt den Grundwasserleiter, daher ist mit einem Grundwasseranschnitt ab ca. 5 m u. GOK zu rechnen. Staunässe und Sickerwasser können jedoch bereits oberhalb von 5 m u. GOK in den bindigen Lagen des Löß- und Geschiebelehms auftreten.

2.3.3 km 4+500...4+900 (Dammlage)

Auch in diesem Abschnitt lagen bis zur Erstellung dieses Gutachtens keine Erkundungsergebnisse vor. Das geologische und hydrogeologische Kartenwerk weist für diesen Bereich eine Aue aus, welche vom Grenzgraben durchflossen wird.

Hier lagert oberflächennah eine ca. 2...3 m mächtigen Auelehmschicht (UL, TL, OU, OT - Schicht 2), welche aufgrund des vermutlich geringen Grundwasserflurabstands (ca. 1 m) weiche bis breiige Lagen aufweist.

Im Liegenden stehen glaziale Ablagerungen aus Geschiebelehm (UL, UM, TL, TM, ST*, SU* - Schicht 4.1) und Geschiebesand/-kies bzw. glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (SU, GU, SE, GE, SW, GW - Schicht 5) an. Diese Schichten sind wahrscheinlich grundwasserführend.

2.3.4 km 4+900...5+450 (Dammlage)

Die oberste Schicht des Baugrunds wird durch umgelagerten Lößlehm (UL, TL - Schicht 1) gebildet. Der Lößlehm reicht bis ca. 3 m u. GOK und liegt überwiegend in halbfester Konsistenz vor. Im Lößlehm sind vereinzelt Kiese und Steine eingelagert.

Unterhalb des anstehenden Lößlehms stehen in diesem Bereich mitteldicht bis dicht gelagerte, glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (GU, SU, SE - Schicht 5) an, welche durch von einer ca. 6 m mächtigen Geschiebelehmsschicht (SU*, UL - Schicht 4.1) durchfahren werden. Der Geschiebelehm weist eine steife bis halbfeste Konsistenz und die glazifluviatil geprägten Sande/Kiese eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Die Schicht 5 und 4.1 bilden in diesem Bereich den Grundwasserleiter.

Unterhalb der saalekaltzeitlichen Ablagerungen konnte ab 13 m u. GOK eine tertiäre Braunkohleschicht (HZ – Schicht 6.3) in steifer Konsistenz angeschnitten werden.

2.3.5 km 5+450...6+400 (Einschnitt)

Die 1...2 m mächtige, umgelagerte Lößlehmdecke (UL, TL - Schicht 1) setzt sich in diesem Abschnitt weiter fort, auch hier ist die Konsistenz des Lößlehms überwiegend halbfest.

Unterhalb des Lößlehms wurde halbfester Geschiebelehm (UL, UM, TL, SU*, ST* - Schicht 4.1) bis 4...5 m u. GOK aufgeschlossen, der von Geschiebesand/kies bzw. glazifluviatil geprägten Sanden/Kiesen (SU, GU, SE, GE, SW, GW - Schicht 5) in mitteldichter bis dichter Lagerung unterlagert wird. Die Lagerungsdichte des Sandes/Kieses nimmt mit zunehmender Teufe zu. Die Schichten der Sande/Kiese reichen lokal bis 13,5 m u. GOK. Zwischen km 5+700 bis km 5+950 stehen die Sande und Kiese direkt unterhalb der Lößlehmdecke an.

Tertiärton (TL, TM, UM – Schicht 6.1) konnte zwischen km 5+450 und km 5+800 ab 13,5 m u. GOK angeschnitten werden. Der Tertiärton wies eine halbfeste bis feste Konsistenz auf.

2.3.6 km 6+400...8+000 (Dammlage)

Im weiteren Verlauf bleiben die Baugrundverhältnisse weitgehend gleich, d.h. es stehen Löß- (UL, TL - Schicht 1) und Geschiebelehm (UL, TL, SU*, ST* - Schicht 4.1) in meist steifer bis halbfester, lokal auch weicher Konsistenz an. Dabei nimmt die Lößlehmschicht in Richtung Wyhratal in ihrer Mächtigkeit von ca. 2,5 m auf 0,5 m kontinuierlich ab.

Im Liegenden steht Geschiebesand/kies (SU, GU, SE, GE, SW, GW - Schicht 5) in mitteldichter bis dichter Lagerung an, welcher den Grundwasserleiter bildet. Der mittlere Grundwasserflurabstand beträgt 3...5 m, kann jedoch lokal bis auf 1 m u. GOK ansteigen. Die bindigen Deckschichten aus Löß- und Geschiebelehm sorgen dabei für gespannte Grundwasserverhältnisse.

Bei km 7+200 konnte unterhalb von 13,5 m u. GOK Braunkohle (HZ - Schicht 6.3) in halbfester bis fester Konsistenz angetroffen werden.

2.3.7 km 8+000...8+300 (Dammlage)

In diesem Bereich steht bis 8 m u. GOK überwiegend Geschiebesand (SU, SW – Schicht 5) in mitteldichter Lagerung an. Der Geschiebesand weist lokal Geschiebelehmeinlagerungen (SU* - Schicht 4.1) auf und bildet zugleich einen freien Grundwasserleiter.

2.3.8 km 8+300...9+300 (Dammlage)

In diesem Teilabschnitt verläuft die Trasse durch das Wyhratal, welches stark durch fluviale Einflüsse geprägt ist.

Hier steht oberflächennah meist eine 1...4 m mächtige Auelehmschicht (OU, OT, UL, TL, TM, TA - Schicht 2) mit teilweise torfigen Einlagerungen an. Der Auelehm weist eine überwiegend halbfeste bis steife Konsistenz auf, welche jedoch durch flurnahes Grundwasser auch in weich bis breiig übergehen kann. Teilweise ist der Auelehm stark plastisch ausgeprägt.

An den Auelehm schließt sich Auesand/-kies bzw. Geschiebesand/-kies (SU, SW, GU, GW – Schicht 3 und 5) an, welcher eine lockere bis mitteldichte Lagerung aufweist. Er bildet zugleich den Grundwasserleiter. Das Grundwasser wird durch den Auelehm gespannt und kann nach dessen Anschnitt bis auf 0,5 m u. GOK ansteigen.

In den Übergangsbereichen der Wyhraue ist zwischen Auelehm und den Sanden/Kiesen (Schicht 3 und 5) Geschiebelehm eingelagert. Der Geschiebelehm (UL, UM, TL, TM - Schicht 4.1) besitzt eine steife bis halbfeste Konsistenz und ist ca. 2...3 m mächtig.

Im Liegenden wurde ab 5...8 m u. GOK Geschiebemergel (ST*, TL, TM – Schicht 4.2) in steifer bis fester Konsistenz angetroffen. Der Geschiebemergel weist einen höheren Tongehalt auf als der Geschiebelehm.

2.3.9 km 9+300...9+800 (Einschnitt)

Dieser Abschnitt wird überwiegend durch Geschiebelehm (SU*, ST*, UL, TL - Schicht 4.1) und Geschiebemergel (ST*, TL, TM) charakterisiert. Dabei wurde der Geschiebelehm mit einer überwiegend steifen bis halbfesten, lokal auch weichen und festen Konsistenz angetroffen. Der Geschiebemergel besitzt meist eine halbfeste bis feste Konsistenz.

Diese glazialen Ablagerungen werden von einer geringmächtigen (0,5...1,0 m) Lößlehmschicht überlagert. Der Lößlehm wurde in steifer bis halbfester Konsistenz aufgeschlossen.

Unterhalb der bindigen Ablagerungen wurde ab ca. 8 m u. GOK dicht bis sehr dicht gelagerter Geschiebesand/-kies (SU, GU, GW - Schicht 5) angetroffen. Der Geschiebesand/-kies bildet zugleich den Grundwasserleiter. Jedoch kann auch innerhalb schwach bindiger Lagen im Geschiebelehm und Geschiebemergel Sickerwasser und Staunässe angetroffen werden.

2.3.10 km 9+800...10+000 (Dammlage)

Im weiteren Verlauf bleiben die Baugrundverhältnisse weitgehend gleich, d.h. es steht Löß- (UL, TL - Schicht 1) über Geschiebelehm (UL, TL, SU*, ST* - Schicht 4.1) in meist steifer bis halbfester Konsistenz sowie Geschiebemergel (SU*, ST*, TL - Schicht 4.2) in halbfester bis fester Konsistenz an.

Im Liegenden steht auch hier dicht bis sehr dicht gelagerter Geschiebesand/-kies (SU, GU, GW - Schicht 5) an.

2.4 Hydrogeologie und Grundwasserverhältnisse

2.4.1 Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse

Ein großräumig ausgebildeter, zusammenhängender Hauptgrundwasserleiter ist nördlich Eschefeld bis hin zur Wyhra ausgebildet. Das hydrogeologische Kartenwerk /7/ weist oberflächennahes Grundwasser unter anmoorigen Deckschichten im Bereich der Wyhraaue sowie Grundwasser in Sanden/Kiesen aus der Elster- bzw. Saalekaltzeit unter geringmächtigen bindigen Deckschichten aus.

Westlich Eschefeld verläuft der Grenzgraben, der durch die geplante Trasse der B 7n gekreuzt wird. Auch hier ist ein kleinräumiger Grundwasserleiter im Auebereich des Grenzgrabens zu vermuten. Bestätigt werden konnte dies im Rahmen der Untersuchung jedoch nicht, da zwischen km 3+900 und 5+200 aufgrund fehlender Betretungsgenehmigungen keine Bohrung ausgeführt wurde. Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasserflurabstand in diesem Bereich nur 1...3 m beträgt.

Zusätzlich können im sächsischen Teilabschnitt lokal isolierte Schicht- und Sickerwasservorkommen (Staunässe) in sandigen und kiesigen Einlagerungen des Geschiebelehms und des Geschiebemergels auftreten.

Aufgrund der Höhenunterschiede ist bei grundwasserleitenden Böden mit einer entsprechenden Grundwasserdynamik zu rechnen, welche besonders bei ungünstiger Witterung zu erheblichem Hangwasserandrang führen kann.

2.4.2 km 3+800...4+500 (Einschnitt)

Mit Grundwasser ist in diesem Bereich ab 2...5 m zu rechnen, jedoch können auch Schichtwasser- und Staunässevorkommen oberhalb der genannten Teufe angetroffen werden. Die Trasse befindet sich hier im Übergangsbereich des oberflächennah anstehenden Zechstein-Konglomerats und der glazialen Ablagerungen, die im weiteren Verlauf der Trasse den Baugrund charakterisieren. Der Grundwasserleiter wird durch Sand- und Kieseinschlüsse des Zechstein-Konglomerat-Zersatzes, Klüfte im Festgestein und durch Geschiebesande/kiese und glazifluviatil geprägte Sande/Kiese der Elster- und Saalekaltzeit gebildet. Es werden nach RStO 01 ungünstige Grundwasserverhältnisse angesetzt (sichere Seite).

2.4.3 km 4+500...4+900 (Dammlage)

In diesem Bereich wird der Grundwasserleiter durch glaziale Ablagerungen gebildet, die durch anmoorige Deckschichten (Auelehm) überlagert sind. Es ist von gespannten Grundwasserverhältnissen mit einem Grundwasserflurabstand des freien Grundwasserspiegels von < 2 m auszugehen. Aufgrund der Dammlage in diesem Abschnitt sind jedoch günstige Grundwasserverhältnisse nach RStO 01 vorhanden.

2.4.4 km 4+900...5+450 (Dammlage)

In diesem Abschnitt beträgt der Grundwasserflurabstand ca. 5...7 m. Das Grundwasser fließt in sandigen und kiesigen Schichten des Geschiebelehms sowie in glazifluviatilen Sanden/Kiesen ab. Da unterhalb der geringmächtigen Lösslehmdecke überwiegend schwach bindige bis nicht bindige Böden anstehen, ist in diesem Bereich nur in geringem Maße mit Staunässe zu rechnen. Daher ergeben sich für diesen Teilbereich günstige Grundwasserverhältnisse nach RStO 01.

2.4.5 km 5+450...6+400 (Einschnitt)

Während der Erkundung wurde Grundwasser unterhalb von 8 m u. GOK angetroffen, jedoch wurden Schichtwasser- und Staunäse vorkommen bereits ab 5 m u. GOK erkundet. Wie bereits in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben, so wird auch hier der Grundwasserleiter durch glazifluviatile Sande/Kiese gebildet. Die Schichtwasser- und Staunäse vorkommen liegen innerhalb lokaler Sand- und Kieseinschlüsse im Geschiebelehm. Zwischen km 5+700 und km 5+950 konnten die glazifluviatilen Sande/Kiese direkt unterhalb der geringmächtigen Lößlehmdecke aufgeschlossen werden. Grundwasser wurde in diesem Bereich bis 5 m u. GOK nicht erkundet. Nach RStO 01 liegen in diesem Abschnitt günstige Grundwasserverhältnisse vor.

2.4.6 km 6+400...8+300 (Dammlage)

Im weiteren Verlauf ist das Grundwasser wie zuvor in glazifluviatilen Sanden und Kiesen anzutreffen. Jedoch liegt das Grundwasser aufgrund der Hanglage überwiegend gespannt vor. Der Grundwasserflurabstand schwankt zwischen 3...5 m und kann aufgrund der gespannten Verhältnisse zwischen km 7+700 bis km 7+900 bis auf 1 m u. GOK ansteigen. Jedoch wird ein ausreichend großer Abstand (> 2 m) zwischen Gradienten und Grundwasser aufgrund der Dammlage in diesem Abschnitt gewahrt. Somit liegen nach RStO 01 zwischen km 6+400 bis km 8+300 günstige Grundwasserverhältnisse vor.

2.4.7 km 8+300...9+300 (Dammlage)

Im Bereich der Wyhraue wird der Grundwasserleiter durch anstehende Auesande/Kiese gebildet, welche durch Auelehm überlagert sind (anmoorige Deckschicht) und zu gespannten Grundwasserverhältnissen führen. Der freie Grundwasserspiegel liegt ca. 1 m u. GOK, jedoch wird der Abstand zwischen Gradienten und Grundwasser von > 2 m aufgrund der Dammlage gewährleistet. Somit liegen nach RStO 01 in diesem Bereich günstige Grundwasserverhältnisse vor.

2.4.8 km 9+300...10+000 (Einschnitt / Dammlage)

In diesem Abschnitt wurde kein Grundwasser angetroffen. Der Grundwasserflurabstand wurde auf > 10 m festgelegt. Im Bereich der Dammlage wurde Schicht- bzw. Sickerwasser (Staunäse) ab 1,5 m u. GOK und im Bereich des Einschnitts ab 4 m u. GOK angetroffen, jedoch ist der Abstand zur Gradienten von > 2 m gewährleistet, woraus sich nach RStO 01 günstige Grundwasserverhältnisse ergeben.

2.5 Straßenbestand Ausbaustrecken

Ein Ausbau bzw. ein Rückbau von Straßenbestand ist in folgenden Abschnitten vorgesehen:

- | | | |
|-----|-----------------------|--|
| (1) | GVS Eschefeld-Pahna | Anbindung an den Bestand bei km 5+200 |
| (2) | WW Zu den fünf Linden | Rückbau und Ausbau bei km 6+200 |
| (3) | GVS nach Wyhratal | Rückbau und Ausbau zw. km 7+100 und km 7+400 |
| (4) | Bubendorfer Straße | Rückbau und Ausbau bei km 9+750 |

Der Straßenbestand der Strecken GVS Eschefeld – Pahna und Bubendorfer Straße wurde wie folgt erkundet:

(1) **GVS Eschefeld - Pahna bei km 5+200**

- 23 cm Asphalt
- 80...90 cm Schotter

Die Gesamtdicke der Konstruktionsschichten beträgt 100 bis 110 cm. Der darunter anstehende bindige Baugrund aus Lößlehm (UL - Schicht 1) gilt als stark frostempfindlich (F 3).

(2) **Bubendorfer Straße bei km 9+750**

- 4 cm Asphalt
- 30 cm Schotter
- 60 cm Ausgleichsschicht aus stark sandigem Schluff, fest und verbacken

Die Gesamtdicke der Konstruktionsschichten beträgt ca. 35 cm. Darunter lagern stark frostempfindliche Böden (F 3) in Form von Geschiebelehm (SU* – Schicht 4.1) bzw. Auf-füllungen [SU*].

2.6 Laboruntersuchungen

2.6.1 Natürlicher Wassergehalt - Tragfähigkeit des Erdplanums

Die anstehenden bindigen Schichten weisen folgende Wassergehalte auf (s.a. Anlage 5.1):

Schicht 1 - Lößlehm (UL/TL)	$w_n = 11,7...21,4 \text{ M-\%}$ ($\varnothing 17,6 \text{ M-\%}$)
Schicht 2 - Auelehm (OU/OT/UL/UM/TL/TM/TA)	$w_n = 15,8...25,7 \text{ M-\%}$ ($\varnothing 22,2 \text{ M-\%}$)
Schicht 4.1 - Geschiebelehm (UL/TL/TM/SU*/ST*)	$w_n = 4,8...23,6 \text{ M-\%}$ ($\varnothing 14,4 \text{ M-\%}$)
Schicht 4.2 - Geschiebemergel (TL/TM/ST*/SU*)	$w_n = 6,6...16,7 \text{ M-\%}$ ($\varnothing 11,7 \text{ M-\%}$)

Auf fein- und gemischtkörnigen Böden können folgende Richtwerte für die Beurteilung des zu erwartenden Verformungsmoduls E_{v2} angenommen werden:

Tabelle 4. Richtwerte E_{v2}

Porenanteil n [%]	Wassergehalt w_n [M-%]	E_{v2} -Modul [MN/m ²]
$n \leq 30$	$7 \leq w \leq 15$	≥ 45
$30 < n \leq 36$	$10 \leq w \leq 20$	$20 < E_{v2} < 45$
$n > 36$	$w \geq 15$	≤ 20

Quelle: Grundbautaschenbuch, Teil 2, Seite 657

Unter Beachtung der ermittelten Wassergehalte sind auf den anstehenden Böden ohne Zusatzmaßnahmen folgende geschätzte E_{v2} -Werte erreichbar:

Schicht 1 - Lößlehm (UL/TL)	$E_{v2} = 5...30 \text{ MN/m}^2$
Schicht 2 - Auelehm (OU/OT/UL/UM/TL/TM)	$E_{v2} = 5...15 \text{ MN/m}^2$
Schicht 4.1 - Geschiebelehm (UL/TL/TM/SU*/ST*/GU*/GT*)	$E_{v2} = 10...45 \text{ MN/m}^2$
Schicht 4.2 - Geschiebemergel (TL/TM/ST*/SU*)	$E_{v2} = 15...45 \text{ MN/m}^2$

Im Bereich zwischen km 4+000 und 4+500 konnten bisher keine Aufschlüsse ausgeführt werden, daher ist auch keine Abschätzung der Tragfähigkeit des Planums möglich. Laut geologischem Kartenmaterial /6/ stehen in diesem Bereich Geschiebesande/-kiese bzw. glazifluvial geprägte Sande/Kiese an, welche eine Tragfähigkeit von $> 45 \text{ MN/m}^2$ aufweisen können, jedoch sollte vorerst eine Tragfähigkeit von **$< 45 \text{ MN/m}^2$** angenommen werden.

Im Einschnitt von km 5+450 bis 6+400 steht im Planum Lößlehm (Schicht 1) sowie Geschiebelehm (Schicht 4.1) an, dessen Tragfähigkeit mit $5...30 \text{ MN/m}^2$ anzunehmen ist.

Das Planum im Bereich zwischen km 9+300 und 9+800 verläuft überwiegend auf Geschiebelehm (Schicht 4.1). Die Tragfähigkeit des Geschiebelehms wurde mit $10...45 \text{ MN/m}^2$ abgeschätzt.

Eine durchgehende Tragfähigkeit von $> 45 \text{ MN/m}^2$ ist in den Einschnitten und im geländegleichen Bereich nur mit Zusatzmaßnahmen erreichbar (siehe Kap. 4.1.6). Dies gilt nach derzeitigem Kenntnisstand für das gesamte Baufeld

Es wird aus gegebenem Anlass ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die angegebenen Tragfähigkeiten nur für ein drainiertes und verdichtetes Planum gültig sind und keinerlei Rückschlüsse auf die bauzeitliche Befahrbarkeit des Baugrundes mit Baufahrzeugen zulassen.

2.6.2 Atterberg'sche Konsistenzgrenzen - Verformungsverhalten des Erdplanums

Zur Bestimmung von Verformungsverhalten und Zustandsform der anstehenden bindigen Böden erfolgte an ausgewählten Erdstoffproben die Ermittlung der Atterberg'schen Konsistenzgrenzen gemäß DIN 18122 (s.a. Anlage 5.3).

Tabelle 5. Zustandsform der bindigen Böden

Erdstoff	Kurzzeichen	w _n [M-%]	w _L [M-%]	w _P [M-%]	I _C [-]	Konsistenz
Schicht 1 Lößlehm	UL-TL	11,7...21,4 (Ø 17,6)	42,8	16,6	0,82...1,19 (Ø 0,97)	steif bis halbfest
Schicht 2 Auelehm	OU-OT, UL-UM, TL-TM-TA	15,8...25,7 (Ø 22,2)	50,7	15,4	0,71...0,99 (Ø 0,81)	weich bis steif
Schicht 4.1 Geschiebelehm	UL-TL-TM, SU*-ST*, GU*-GT*	4,8...23,6 (Ø 14,4)	27,8...38,5	10,6...23,5	0,89...1,61 (Ø 1,25)	steif bis fest
Schicht 4.2 Geschiebemergel	TL-TM, ST*-SU*	6,6...16,7 (Ø 11,7)	34,3	13,9	0,86...1,36 (Ø 1,11)	steif bis halbfest

Legende: w_n: natürlicher Wassergehalt [M-%] w_L: Fließgrenze [M-%]
w_P: Ausrollgrenze [M-%] I_C: Konsistenzzahl

Die auf einem Großteil der Strecke als Erdplanum anstehenden Böden aus Löß- (Schicht 1) und Geschiebelehm (Schicht 4.1) sind mit einem Bildsamkeitsbereich von ca. 15...26 M-% stark witterungsempfindlich. Das bedeutet, dass bereits geringe Wassergehaltserhöhungen (Niederschläge) zu einem Wechsel der Konsistenz des Baugrunds führen. Speziell in Hang- und Tief-lagen ist dadurch ein rasches Aufweichen bei Niederschlägen zu erwarten. Bei der Wahl von Bauzeit, -ablauf und -technologie sollte dies Beachtung finden.

Der Geschiebemergel (Schicht 4.2) ist als gemischtkörniger Boden inhomogen zusammengesetzt und weist ein differenzierteres Verformungsverhalten auf. Der ermittelte Bildsamkeitsbereich beträgt 20,4 M-%. Der Geschiebelehm gilt demnach als mäßig witterungsempfindlich.

Der stark tonige Auelehm (Schicht 2) ist teilweise sehr plastisch ausgeprägt (I_p = 35,2 M-%). Hier führen erst große Wassergehaltsveränderungen zu einem Wechsel der Konsistenz, so dass eine geringe bis mittlere Witterungsempfindlichkeit vorliegt.

2.6.3 Körnungskurven

Um die entlang der Trasse angetroffenen Erdstoffe exakt zu klassifizieren und daraus Aussagen zu Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit und Verdichtungsfähigkeit abzuleiten, erfolgte an insgesamt 19 ausgewählten Erdstoffproben die Bestimmung der Kornzusammensetzung gemäß DIN 18123 (s.a. Anlage 5.2).

Tabelle 6. Kornzusammensetzung

Bodenart	Kurz- zeichen	d < 0,063 mm (Feinkorn) [%]	d > 2,0 mm (Kieskorn) [%]	U [-]	k _f [m/s]
Schicht 4.1 Geschiebelehm	SU*, UL, TL	15,1...43,9 Ø 31,1	0,0...3,9 Ø 1,1	n.b.	~ 1,0x10 ⁻⁷
Schicht 4.2 Geschiebemergel	ST*, TL, TM	38,4...60,0 Ø 49,2	0,0...4,9 Ø 2,5	n.b.	~ 5,0x10 ⁻⁸
Schicht 5 Geschiebesand/-kies sowie glazifluviatil geprägte Sande/Kiese	SU, SE, GW	3,9...16,1 Ø 8,5	0,0...48,4 Ø 19,5	2,9...17,9	1,72x10 ⁻⁴ ...3,64x10 ⁻⁵ Ø 1,2x10 ⁻⁴

Legende: U: Ungleichförmigkeitszahl
k_f: Durchlässigkeitsbeiwert

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Sande und Kiese (Schicht 5) sind als mäßig bis stark durchlässig zu werten. Dies gilt sowohl für die glazifluviatilen Sande als auch für sandige Einlagerungen im Geschiebelehm.

Der Geschiebelehm (Schicht 4.1) sowie der Geschiebemergel (Schicht 4.2) enthalten meist alle Kornfraktionen in relevanter Größe und sind folglich als ausgesprochen weitgestufte Erdstoffe zu werten. Infolge der durchweg vorhandenen tonigen Bestandteile ist dieser Horizont nur schwach bis sehr schwach durchlässig.

2.7 Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen

Die in Tabelle 7 zusammengestellten Kennwerte wurden in Auswertung der ingenieurgeologischen Feldansprache, der Laborversuche sowie mit Hilfe tabellierter Erfahrungswerte nach EAU und DIN 1055 festgelegt. Die Angabe der Bodenart von Lockergesteinen erfolgt mit Hilfe der Gruppensymbole nach DIN 18196, Festgestein ist gemäß DIN 4022 mit dem Symbol "Z" bzw. "Zv" ausgewiesen. Die angegebenen Bodenklassen entsprechen den Boden- und Felsklassen der DIN 18300, die Frostempfindlichkeitsklassen der ZTVE-StB 94.

Die angegebenen Kennwerte verstehen sich als repräsentative Durchschnittswerte der anstehenden Schichten für überschlägige Berechnungen. Zur Durchführung erdstatischer Nachweise ist für den jeweiligen Standort ein maßgebendes Kennwertprofil zu erstellen. Die Schicht-Nr. entsprechen der in den Baugrundprofilen (s.a. Kap. 2.3) enthaltenen Gliederung.

Tabelle 7. Bodenmechanische Kennwerte

Nr.	Bodenart	Kurz- zeichen	cal. γ	cal. γ'	cal. f'	cal. c'	cal. E_s
0	Mutterboden	OH, OU	17	7	-	-	-
	Auffüllungen	-	keine schichtspezifische Angabe möglich				
1	Lößlehm Schluff, feinsandig, schwach tonig, vereinzelt Kiese und Steine halbfest, lokal steif oder fest	UL, TL	19	9	25	5...10	5...15
2	Auelehm Schluff/Ton, sandig, organisch halbfest bis weich lokal breiig	OU, OT, UL, UM, TL, TM, TA	18	8	20	10...20	3...10
4.1	Geschiebelehm Sand, stark schluffig, stark tonig kiesig bis Schluff/Ton stark sandig, kiesig steif bis halbfest	UL, TL, TM, SU*, ST*, GU*, GT*	20	10	28	5...15	5...20
4.2	Geschiebemergel Sand, sehr stark tonig, schwach kiesig bis Ton stark sandig, schwach kiesig halbfest	TL, TM, SU*, ST*	20	10	27	15...25	5...20
5	Geschiebesand/-kies und glazifluviale Sande/Kiese Sand/Kies schwach schluffig bis schluffig mitteldicht bis sehr dicht gelagert	SU, GU, SE, GE, SW, GW	21	11	35	0	50...80
6.1	Tertiärton Ton, sandig bis stark sandig, lokal Braunkohleeinschlüsse steif bis fest	TL, TM, ST*, SU*, OT, OU	19	9	22,5	15...25	5...10
6.3	Braunkohle steif bis fest	HZ	13	3	22	10...15	5...10
7.1	Zechstein-Konglomerat-Zersatz Sand, stark tonig, kiesig bis Ton, stark sandig, kiesig steif bis fest	TL, TM, TA, ST*, SU*	20	10	25	10...30	5...20

Legende:

cal. γ cal. Bodendichte, erdfeucht [kN/m³]cal. ϕ' cal. Reibungswinkel [°]cal. E_s cal. Steifemodul [MN/m²] für Spannungsbereich ~ 200 kN/m²cal. γ' cal. Bodendichte unter Auftrieb [kN/m³]cal. c' cal. Kohäsion [kN/m²]

Zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen sind dem Baugrund entlang der Trasse folgende Bodenklassen zuzuordnen.

Tabelle 8. Bodenklassen

Nr.	Bodenart	BK DIN 18300	BK DIN 18301	BK DIN 18319
0	Mutterboden	1	BO1	LBO2
	Auffüllungen	3...5	BN1...BN2 - BS1 / BB2...BB4 - BS1	LBM2 - P1 - S1 / LNE1 - S1
1	Lößlehm Schluff, feinsandig, schwach tonig halbfest, lokal steif oder fest	4	BB2...BB4 - BS 1	LBM2...LBM3 - P1 - S1
2	Auelehm Schluff/Ton, sandig, organisch halbfest bis weich lokal breiig	4 (lokal 2)	BB2...BB3 / BO1...BO2 (lokal BB1)	LBM1...LBM2 - P1...P2 / LBO1...LBO2
4.1	Geschiebelehm Sand, stark schluffig, stark tonig kiesig bis Schluff/Ton stark sandig, kiesig steif bis halbfest	3...4	BN2 - BS1 / BB2...BB3 - BS1	LN2 - S1 / LBM2 - P1 - S1
4.2	Geschiebemergel Sand, sehr stark tonig, schwach kiesig bis Ton stark sandig, schwach kiesig halbfest	3...4	BN2 - BS1 / BB3 - BS1	LN2 - S1 / LBM2 - P1 - S1
5	Geschiebesand/-kies und glazifluviatile Sande/Kiese Sand/Kies schwach schluffig bis schluffig mitteldicht bis sehr dicht gelagert	3	BN1 - BS1	LNE2...LNE3 -S1 / LNW2...LNW3 - S1
6.1	Tertiärton Ton, sandig bis stark sandig, lokal Braunkohleeinschlüsse steif bis fest	4	BB2...BB4 (lokal BO1...BO2)	LBM2...LBM3 - P1 (lokal LBO2...LBO3)
6.3	Braunkohle steif bis fest	2...3	BO 1	LBO2...LBO3
7.1	Zechstein-Konglomerat-Zersatz Sand, stark tonig, kiesig bis Ton, stark sandig, kiesig steif bis fest	3...5	BN2 - BS1 / BB2...BB4 - BS1	LN3 - S1 / LBM2...LBM3 - P1...P2 - S1

Legende: BK DIN 18300 Bodenklasse gemäß DIN 18300:2010 (Erdarbeiten)
BK DIN 18301 Bodenklasse gemäß DIN 18301:2010 (Bohrarbeiten)
BK DIN 18319 Bodenklasse gemäß DIN 18319:2010 (Rohrvortriebsarbeiten)

3. Erdstatische Nachweise

3.1 Verformungen des Straßendamms

3.1.1 Berechnungsgrundlagen

Die Ermittlung der zu erwartenden Setzungen des Straßendamms (zeitunabhängige Maximalsetzung) erfolgte auf Grundlage der Theorie des elastisch-isotropen Halbraumes nach DIN 4019 und Grundbautaschenbuch mit Hilfe des Programmes FUNDA (GGU-Software). Der Damm wird hierbei als schlaife Auflast (Trapezlast) entsprechend der geschütteten Dammhöhe betrachtet.

Als maßgebende (ungünstigste) Punkte bezüglich des Setzungsverhaltens des Straßendamms gelten folgende Stationen:

Tabelle 9. Berechnungsstationen Dammsetzung

Nr.	Station	BP	Baugrund	Dammbreite (Krone)	Dammhöhe
1	km 4+800	keine Bohrung ausgeführt	Auelehm (UL, TL, OU, OT) über Geschiebelehm (SU*, ST*, UL, TL) und glazifluviatilen Sanden/ Kiesen (SU, GU)	11,5	6,0 m
2	km 6+700	BP 103	Lößlehm (UL) über Geschiebelehm (UL, SU*) und Geschiebesand/-kies (SE, GW)	15,0	5,5 m
3	km 9+000	BP 133	Auelehm mit Torfeinlagerungen (UL, TA, HZ, OU, OT) über glazifluviatilen Kiesen (GW) und Geschiebemergel (ST*)	15,0	12,5 m
4	km 9+100	BP 134	Auelehm (UL, OU) über glazifluviatilen Kiesen/ Sanden (SE, GW, SW) und Geschiebemergel/-lehm (ST*, UL)	15,0	13,0 m

Die Berechnung erfolgte unter folgenden Annahmen:

- Böschungsneigung: 1:1,5 (34°)
- Wichte Dammbaumaterial: 20 kN/m³ → Auflast = Dammhöhe x 20 kN/m³

Die Angaben des Baugrundes für Station 4+800 beruhen auf Daten des geologischen Kartenwerks /6/ sowie Erfahrungswerten. Die Berechnung der auftretenden Setzungen (→ Kap 3.1.2) für diese Station dient nur der Abschätzung. Für verbindliche Aussagen zum Setzungsverhalten sind weitere Erkundungen im Rahmen einer 2. Bohrkampagne erforderlich.

3.1.2 Ergebnisse Setzungsberechnung

Die vollständigen Ergebnisse der Setzungsberechnungen sind in Anlage 7.1 dokumentiert. Es wurden zusammenfassend folgende Ergebnisse erzielt:

Tabelle 10. Setzungen des Straßendamms

Nr.	Station	Baugrund	Dammhöhe	max. Damm- setzung
1	km 4+800	Auelehm (UL, TL, OU, OT) über Geschiebelehm (SU*, ST*, UL, TL) und glazifluviatilen Sanden/ Kiesen (SU, GU)	6,0 m	7,5 cm
2	km 6+700	Lößlehm (UL) über Geschiebelehm (UL, SU*) und Geschiebesand/-kies (SE, GW)	5,5 m	3,7 cm
3	km 9+000	Auelehm mit Torfeinlagerungen (UL, TA, HZ, OU, OT) über glazifluviatilen Kiesen (GW) und Geschiebemergel (ST*)	12,5 m	30,2 cm
4	km 9+100	Auelehm (UL, OU) über glazifluviatilen Kiesen/ Sanden (SE, GW, SW) und Geschiebemergel/-lehm (ST*, UL)	13,0 m	12,7 cm

Die in Tabelle 10 angegebenen Setzungsbeträge stellen die zu erwartende Maximalsetzung in der Mitte des Straßendamms dar. In den Randbereichen ergeben sich infolge geringerer Auflast kleinere Setzungsbeträge (→ Anlage 7.1).

Aufgrund des gering tragfähigen und schwach durchlässigen Dammuntergrundes mit teilweise sehr hohen Wassergehalten wird eingeschätzt, dass der Baugrund zwischen km 8+300 und 9+300 erst nach 8...10 Monaten Standzeit weitestgehend konsolidiert sein wird.

Für die Dammlagen bei km 4+500...5+450 und 6+400...7+000 ist mit einer geringeren Konsolidierungszeit von 4...6 Monaten zu rechnen.

Für die Dammauflager werden Sondermaßnahmen wie Bodenverbesserung und Vorschütten notwendig (→ Kap. 4.2.1), dies gilt besonders für die Abschnitte mit zu erwartenden Dammsetzungen von > 10 cm.

3.2 Standsicherheit von Einschnittböschungen

Im Rahmen dieses Gutachtens ist ein Nachweis der Standsicherheit für den Einschnitt km 4+000 bis 4+500 zu erbringen. Der Nachweis kann jedoch auf Grundlage der bis jetzt erfolgten Erkundung nicht durchgeführt werden, da keinerlei Sondierungen zwischen km 4+000 und 4+500 abgeteuft werden konnten.

Um den Fortgang der Planung für die B 7n zu ermöglichen wurde daher eine Böschungsneigung von **1:2** für den Einschnitt km 4+000...4+500 festgelegt (sichere Seite). Nach Ausführung der in diesem Abschnitt geplanten Bohrungen im Rahmen einer 2. Bohrkampagne kann eventuell eine steilere Böschungsneigung gewählt werden.

Für die übrigen Bereiche sind infolge geringer Einschnitttiefen keine speziellen rechnerischen Untersuchungen zur Standsicherheit erforderlich.

4. Bautechnische Empfehlungen für den Straßenentwurf

4.1 Einschnitte

4.1.1 Lösbarkeit der Aushubmassen

Aus den abgeteufte Aufschlüssen und der Auswertung des geologischen Kartenmaterials /6/ lässt sich folgende Einteilung der in den Einschnitten zu lösenden Massen bezüglich ihrer Bodenklassen (ohne Mutterboden) abschätzen:

- Bodenklasse 3: ca. 15 %
- Bodenklasse 4: ca. 65 %
- Bodenklasse 5: ca. 10 %
- Bodenklasse 6 und 7: ca. 10 % (teilweise unbekannte geologische Verhältnisse).

Die anstehenden Lockergesteine (BK 3...5) sind ohne über das übliche Maß hinausgehende Aufwendungen mittels Bagger lösbar. Innerhalb des Geschiebelehms (Schicht 4.1) können jedoch erfahrungsgemäß Grobsteine oder Blöcke auftreten, welche Bodenklasse 6 oder 7 entsprechen. Dies gilt unabhängig davon, ob derartige Einlagerungen bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden oder nicht und fand bei o.g. Gliederung Berücksichtigung. Ein direkter Aufschluss von Bodenklasse 6 und 7 erfolgte jedoch nicht.

4.1.2 Einbau der Abtragsmassen im Straßendamm

Der anfallende Erdaushub ist in Auswertung der durchgeführten Aufschlüsse wie folgt zusammengesetzt (ohne Mutterboden):

- ~ 50 % Schicht 1 Lößlehm (UL, TL)
- ~ 35 % Schicht 4.1 Geschiebelehm (UL, TL, TM, SU*, ST*)
- ~ 15 % Schicht 5 Sande/Kiese (SU, GU, SE, GE, SW, GW)

Der überwiegende Teil des Aushubs besteht somit aus bindigem bis gemischtkörnig-bindigem Erdstoff. Bei Einsatz dieser Massen als Dammbaustoff muss das Material zum Erreichen einer 97%-igen Proctordichte Wassergehalte von 11 bis 18 M-% aufweisen. Die Abschätzung der Wassergehalte für eine 97%-ige Proctordichte erfolgt nach Auswertung der Proctorversuche des thüringischen Teilabschnitts, da für Proctorversuche aus sächsischen Einschnitten nur unzureichende Probemengen zu Verfügung standen. Vor allem im Einschnitt km 4+000...4+500 mit den größten Abtragsmengen konnten keine Aufschlüsse ausgeführt werden.

Die ermittelten natürlichen Wassergehalte (s.a. Anlage 5.1) liegen zu ca. 3/4 innerhalb und zu ca. 1/4 oberhalb der abgeschätzten Wassergehaltsspanne von 11...18 M-%. Bei ungünstiger Witterung während der Bauzeit ist eine Verschiebung dieses Verhältnisses möglich. Um die Wiedereinbaufähigkeit der Aushubmassen zu gewährleisten, sollten daher für ca. 25 % des Erdaushubes Zusatzmaßnahmen (Bindemittelverbesserung - 3...4% Kalk) eingeplant werden.

Sande/Kiese der Schicht 5 (SU, GU, SE, GE, SW, GW) können ohne Zusatzmaßnahmen zum Dammbau verwendet werden.

Zum Einbau der ca. 10 % der Abtragsmassen umfassenden Grobsteine und Blöcke (BK 6 und BK 7 innerhalb des Geschiebelehms - Schicht 4.1) in den Straßendamm ist ein vorheriges Zerkleinern (Aufbereitung) auf 20 cm Kantenlänge erforderlich.

à 25 % der Abtragsmassen mit Bindemittel verbessern, 10 % Brechen / Aufbereiten und 65 % können ohne Maßnahmen wieder eingebaut werden

4.1.3 Böschungsneigungen

4.1.3.1 Einschnitt km 3+800...4+000

Dieser Einschnitt befindet sich hauptsächlich im bindigen Lockergestein aus Lößlehm (Schicht 1) welcher in 1:1,5 geböscht werden kann.

4.1.3.2 Einschnitt km 4+000...4+500

In diesem Abschnitt konnte aufgrund fehlender betretungsrechtlicher Genehmigungen keine Erkundung ausgeführt werden. Alle Angaben zu diesem Abschnitt beruhen auf dem geologischen und hydrogeologischen Kartenmaterial /6/, /8/ sowie Erfahrungswerten.

Es wird angenommen, dass unter einer 2...5 m mächtigen bindigen bzw. gemischtkörnigen Deckschicht aus Lößlehm (Schicht 1) und Geschiebelehm (Schicht 4.1) nicht bindige Lockergesteine aus Geschiebesand/-kies bzw. glazifluviatil geprägten Sanden/Kiesen (Schicht 5) anstehen, welche den Grundwasserleiter in diesem Bereich bilden.

Zur Gewährleistung der Standsicherheit der Einschnittböschung wird der Böschungswinkel auf 1:2 festgelegt. Dieser kann nach Ausführung der erforderlichen Erkundungsarbeiten eventuell steiler (1:1,5) ausfallen.

Da der Grundwasserflurabstand in diesem Abschnitt mit 2..5 m u. GOK abgeschätzt wurde und zusätzlich in den bindigen oberen Lockergesteinsschichten Staunässe und Sickerwasser auftreten kann, sollte der Einbau von Böschungssickern bzw. Stützschieben sowie Längssickerleitungen zum Ableiten des auftretenden Wassers eingeplant werden. Ebenso sollten entsprechend des Abtragsfortschritts temporäre Tiefendrainagen eingefräst werden.

4.1.3.3 Einschnitt km 5+450...6+400

Der Einschnitt durchfährt in diesem Bereich überwiegend bindigen Lößlehm (Schicht 1) sowie gemischtkörnigen Geschiebelehm (Schicht 4.1) und kann mit einer Böschungsneigung von 1:1,5 ausgeführt werden. Sondermaßnahmen gegen auftretendes Grund- oder Schichtwasser sind nicht erforderlich.

4.1.3.4 Einschnitt km 9+300...9+800

Dieser Einschnitt befindet sich hauptsächlich im bindigen Lockergestein aus Lößlehm (Schicht 1), welcher ohne besondere Maßnahmen in 1:1,5 geböscht werden kann.

4.1.3.5 Böschungsoberflächen

Zur Verhinderung von Oberflächenerosion sind auf den Einschnittböschungen biologische Sicherungsmaßnahmen (Mutterbodenauftrag, Rasenansaat) vorzusehen. Es ist zu beachten, dass die für große Teile des Projekts geplante Böschungsneigung von 1:1,5 bereits einen Grenzneigungswinkel für Oberboden darstellt und der Oberbodenauftrag daher nur bei günstigen Witterungsbedingungen bis zur festen Wurzelbildung erfolgen kann. Zusatzmaßnahmen zur Oberbodensicherung (z.B. Strohmatte) sind deshalb zu empfehlen.

4.1.4 Entwässerungsmaßnahmen

4.1.4.1 Planumsentwässerung

Das Planum besteht überwiegend aus wasserempfindlichen Böden, wobei die wasserempfindlichen Böden mit Bindemittel zu verbessern sind (→ Kap. 4.1.6). Planumsabschnitte aus wasserunempfindlichen Böden ohne Bodenverbesserung sind nur untergeordnet vorhanden. Es wird daher eine einheitliche Querneigung des Planums von 2,5 % über die gesamte Strecke (Einschnitt und Damm) empfohlen.

Im Einschnitt km 4+000...4+500 sollte das Planum über Längsentwässerungen drainiert werden, wobei diese als Tiefenentwässerung auszubilden ist (→ Kap. 4.1.4.2).

4.1.4.2 Fassung und Ableitung von Grund- und Sickerwasser oberhalb der Gradiente

Im Einschnitt km 4+000...4+500 wird ab 2...5 m u. GOK Grundwasser vermutet. Die Gradiente liegt hier bei ~ 5...10 m u. GOK, so dass mit Wasseraustritt aus der Böschung zu rechnen ist. Jedoch lässt sich aufgrund fehlender Erkundungsergebnisse keine ausreichend genaue Aussage zum Grundwasservorkommen und dessen Verlauf treffen. Es besteht die Möglichkeit, dass hier auftretendes Grundwasser in Kontakt mit dem Auegrundwasserleiter im Bereich des Grenzbaches steht.

Es sind zunächst permanente Sondermaßnahmen zur geordneten Ableitung des austretenden Grundwassers einzuplanen. Es sollte für den Einschnitt km 4+000...4+500 das Anlegen von Böschungsrigolen (Schotter- bzw. Steinpackungen) mit $d = 1,0$ m vorgesehen werden. Damit kann zugleich eine gewisse Stützfunktion erzielt werden, welche Oberbodenabrissen und Flachrutschungen im Böschungsbereich vorbeugt.

Das so gefasste Grundwasser ist über die Längssickerstränge abzuleiten, welche als Tiefendrainage zu planen sind. Die Tiefendrainage stellt möglicherweise eine permanente Grundwasserabsenkung dar. Es wird empfohlen, die Längssickerstränge der Böschungsentwässerung nicht an die Straßenentwässerung, sondern eher an umzulegende Felddrainagen anzuschließen.

4.1.4.3 Versickerungsmöglichkeiten für Oberflächenwasser

Im Bereich des gewachsenen Baugrunds ist meist schwach bis sehr schwach durchlässiger Baugrund (Lößlehm, Auelehm sowie Geschiebelehm) vorhanden, welcher für Versickerungszwecke ungeeignet ist (s. Tabelle 13). Es wird daher für die Entwässerung ein kombiniertes Mulden-Rigolen-System mit Anschluss an die Vorflut bzw. Versickerungsbecken zur Entwässerung empfohlen.

Stärker durchlässiger Baugrund steht an der geplanten Trasse zwischen km 5+700 und km 5+950 sowie zwischen km 8+000 und km 8+300 als Geschiebesand/-kies bzw. glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (Schicht 5) an. Eine Versickerung in Randgräben ist in diesen Bereichen möglich. Auch sind diese Bereiche aufgrund ihres ausreichenden Abstands zum Grundwasser als Standorte für Versickerungsbecken geeignet, hierfür sollte jedoch eine separate Erkundung erfolgen.

Zusätzlich stehen stärker durchlässige Böden auch in den Auebereichen (km 4+000...5+450 und km 8+300...9+300) ab 2...4 m u. GOK an. Diese wasserdurchlässigen Schichten (Sand/Kiese - Schicht 5) bilden jedoch den Grundwasserleiter und können für Versickerungszwecke nicht genutzt werden.

Tabelle 11. Durchlässigkeitsbeiwerte für angetroffene Bodenschichten

Schicht-Nr.	Baugrund	k_f -Wert [m/s]
Schicht 1	Lößlehm (UL, TL)	$< 1,00E-8$
Schicht 2	Auelehm (OU, OT, UL, UM, TL, TM)	$< 1,00E-8$
Schicht 4.1	Geschiebelehm (UL, TL, TM, SU*, ST*)	$1,00 E-07 \dots 1,00E-8$
Schicht 4.2	Geschiebemergel (TL, TM, ST*, SU*)	$5,00E-08$
Schicht 5	Geschiebesand/-kies sowie glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (SU, GU, SE, GE, SW, GW)	$1,00E-04 \dots 5,00E-05$
Schicht 6.1	Tertiärton (TL, TM, ST*, SU*, OT, OU)	$1,00E-08 \dots 1,00E-09$
Schicht 6.3	Braunkohle (HZ)	$1,00E-07$
Schicht 7.1	Zechstein-Konglomerat-Zersatz (TL, TM, TA, ST*, SU*)	$1,00E-07 \dots 1,00E-09$

Zur Bemessung der Mulden in den Einschnitten sind Versickerungskapazitäten zur Ermittlung der Infiltration in die Einschnittböschung gemäß RAS-Ew anzugeben:

Tabelle 12. Böschungsversickerung Einschnitte gemäß RAS-Ew

Einschnitt	Baugrund	Versickerungskapazität [l/(s*ha)]
4+000...4+500	Lößlehm (Schicht 1), Geschiebelehm (Schicht 4.1), sowie Geschiebesand/kies bzw. glazifluviatil geprägte Sande/Kiese (Schicht 5) (genauere Abschätzung nicht möglich, da Erkundung unvollständig)	100...200
5+450...6+400	80 % Lößlehm (Schicht 1) 20% Geschiebelehm (Schicht 4.1)	100
9+300...9+800	90 % Lößlehm (Schicht 1) 10% Geschiebelehm (Schicht 4.1)	100

4.1.5 Frostschutz

Für die Ermittlung des frostsicheren Oberbaues gelten nach RStO 01:

- Frosteinwirkungszone II gesamte Strecke
- Frostempfindlichkeitsklasse F3 gesamte Strecke
- günstige Grundwasserverhältnisse km 4+500...10+000
- ungünstige Grundwasserverhältnisse km 3+800...4+500

Zwischen km 4+000 und 4+500 befindet sich das Planum vermutlich auf sandigen Schichten, welche eigentlich F1 und F2 entsprechen. Da jedoch noch keine Erkundung in diesem Abschnitt erfolgen konnte wird daher F3 (ungünstigster Baugrund – sichere Seite) auch für diesen Abschnitt und somit für die gesamte Strecke angesetzt.

4.1.6 Herstellung Planum

- **km 3+800...4+000 (100% Schicht 7.1)**

Hier befindet sich das Planum auf bindigem und gemischtkörnigem Baugrund (Zechstein-Konglomerat-Zersatz) der aufgrund seiner Wassergehalte Tragfähigkeiten von 20...45 MN/m² aufweist. Eine konkrete Abgrenzung von Abschnitten mit niedrigerem Wassergehalt erscheint dabei technologisch nicht sinnvoll. Es wird daher empfohlen, in diesem Einschnitt eine vollständige Planumsverbesserung vorzusehen. Die erforderliche Planumsverbesserung sollte durch eine 30...40 cm tiefe Bodenverbesserung mit 3...4 % Mischbinder erfolgen.

Der im Planum anstehende Zechstein-Konglomerat-Zersatz ist aufgrund seiner Genese lokal mit Stein- oder Blockpackungen durchzogen. Daher muss in diesem Erdstoff von einer eingeschränkten Fräsbarkeit ausgegangen werden. Dies gilt unabhängig davon, ob derartige Einlagerungen bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden oder nicht. Zur Durchführung der Bodenverbesserung ist in den o.g. Einschnitten daher unbedingt der vorlaufende Einsatz einer Egge zwecks Ortung von Steineinlagerungen vorzusehen.

- **km 4+000...4+500 (80% Schicht 5, 10% Schicht 1 und 10% Schicht 4.1 - vermutet)**

In diesem Einschnitt stehen vermutlich Kiese und Sande der Schicht 5 im Planum an, welche nach entsprechender Verdichtung die geforderte Tragfähigkeit ohne Zusatzmaßnahmen erreichen könnten. Da jedoch aufgrund der fehlenden Erkundungsbohrungen die genaue Lage und das Vorkommen der angenommenen Schichten nicht bekannt ist, muss zunächst davon ausgegangen werden, dass nicht ausreichend tragfähige Böden (beispielsweise Geschiebelehm - Schicht 4.1) im Planum anstehen. Aus diesem Grund sollte zunächst eine Planumsverbesserung durch eine 30...40 cm tiefe Bodenverbesserung mit 3...4 % Mischbinder eingeplant werden. Zusätzlich muss in diesem Erdstoff von einer eingeschränkten Fräsbarkeit ausgegangen werden, da eventuell Stein- oder Blockpackungen eingelagert sein können. Zur Durchführung der Bodenverbesserung ist daher unbedingt der vorlaufende Einsatz einer Egge zwecks Ortung von Steineinlagerungen vorzusehen.

- **km 5+450...6+400 (45% Schicht 1, 45% Schicht 4.1 und 10% Schicht 5)**

In diesem Abschnitt trifft das Planum auf schnell **wechselnden Baugrund** (Lößlehm, Geschiebesand, Geschiebelehm). Im Bereich des Geschiebesandes (km 5+800...5+950) ist die geforderte Tragfähigkeit des Planums nach entsprechender Verdichtung ohne Zusatzmaßnahmen gegeben. Bindiger Baugrund (Lößlehm und Geschiebelehm) muss aufgrund seiner nicht ausreichenden Tragfähigkeiten durch eine 30...40 cm tiefe Bodenverbesserung mit ca. 3...4 % Mischbinder verbessert werden, um eine hinreichende Planumstragfähigkeit durchgängig erreichen zu können.

Im Einschnitt steht im Planum teilweise Geschiebelehm (Schicht 4.1) an. Hier ist aufgrund der Genese des Baugrunds lokal mit dem Antreffen von umfangreichen Stein- oder Blockpackungen zu rechnen. Daher muss in diesem Erdstoff von einer eingeschränkten Fräsbarkeit ausgegangen werden. Dies gilt unabhängig davon, ob derartige Einlagerungen bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden oder nicht. Zur Durchführung der Bodenverbesserung ist in dem o.g. Einschnitt daher unbedingt der vorlaufende Einsatz einer Egge zwecks Ortung von Steineinlagerungen vorzusehen.

- **km 9+300...9+800 (70% Schicht 4.1 und 30% Schicht 1)**

Hier steht **bindiger Baugrund** im Planum an, auf welchem angesichts der festgestellten Wassergehalte meist E_{v2} -Werte $< 45 \text{ MN/m}^2$ zu erwarten sind. Eine konkrete Abgrenzung von Abschnitten mit niedrigerem Wassergehalt erscheint dabei technologisch nicht sinnvoll. Es wird daher empfohlen, in diesen Einschnitten eine vollständige Planumsverbesserung vorzusehen. Die erforderliche Planumsverbesserung sollte durch eine 30...40 cm tiefe Bodenverbesserung mit 3...4 % Mischbinder erfolgen.

In diesem Einschnitt steht überwiegend Geschiebelehm (Schicht 4.1) an. Hier ist aufgrund der Genese des Baugrunds lokal mit dem Antreffen von umfangreichen Stein- oder Blockpackungen zu rechnen. Daher muss in diesem Erdstoff von einer eingeschränkten Fräsbarkeit ausgegangen werden. Dies gilt unabhängig davon, ob derartige Einlagerungen bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden oder nicht. Zur Durchführung der Bodenverbesserung ist in den o.g. Einschnitten daher unbedingt der vorlaufende Einsatz einer Egge zwecks Ortung von Steineinlagerungen vorzusehen.

4.2 Dammstrecke

4.2.1 Tragfähigkeit des Dammuntergrundes

- **km 4+500...4+900 (100% Schicht 2 – vermutet)**

In diesem Teilabschnitt konnten aufgrund unzureichender betretungsrechtlicher Genehmigungen keine Erkundungsbohrungen ausgeführt werden, daher lässt sich der Zustand des Dammuntergrundes nur abschätzen. Es wird davon ausgegangen, dass der Straßendamm in diesem Abschnitt auf schlecht tragfähigen Auelehm (Schicht 2) trifft. Aufgrund des vermutlich geringen Grundwasserflurabstands (ca. 1 m) sollte der Einbau einer 60 cm mächtigen kapillarbrechenden Schicht auf Stablenka sowie beidseitige Längssickerleitungen eingeplant werden.

Infolge der vermutlich auftretenden hohen Setzungen (siehe Kap. 3.1.2) ist ein Überschütten des Dammkörpers um ca. 2 m erforderlich (Standzeit 4...6 Monate). Zur Beschleunigung der Konsolidierung des Dammkörpers wird der Einbau von Vertikaldrainagen im Auelehm empfohlen. Die Vertikaldrainagen sollten bis etwa 3...4 m u. GOK mit einem Abstand von ca. 1,5 m ausgeführt werden. Dadurch lässt sich die Konsolidierungszeit auf ca. 3...4 Monate verkürzen.

- **km 4+900...5+450 (100% Schicht 1)**

Der Damm verläuft in diesem Abschnitt überwiegend auf Lößlehm (Schicht 1), der aufgrund seiner geringen Tragfähigkeit und den damit relativ hohen Setzungen zwischen km 4+900 und km 5+000 um ca. 2 m überschüttet werden sollte (Standzeit 4...6 Monate).

Zwischen km 5+000 und km 5+400 beträgt die Dammhöhe nur ca. 1...2 m. Hohe Setzungen aufgrund des Straßendamms werden hier nicht erwartet, daher wird es als ausreichend erachtet wenn das Dammauflager hier mit ca. 3 % Kalk stabilisiert wird.

- **km 6+400...7+000 (100% Schicht 1)**

Hier verläuft der Straßendamm durchweg auf Lößlehm (Schicht 1). Die berechneten Setzungen liegen hier bei < 4 cm (vgl. Kap. 3.1.2). Es wird empfohlen das Dammauflager mit ca. 3 % Kalk zu stabilisieren und den Damm um ca. 1 m zu überschütten. Die Konsolidierung sollte nach ca. 4...6 Monaten abgeschlossen sein.

- **km 7+000...8+000 (60% Schicht 1 und 40% Schicht 4.1)**

Der Damm verläuft hier mit 1...4 m Höhe über eine gering mächtige Lößlehmdecke (Schicht 1) und Geschiebelehm (Schicht 4.1). Aufgrund der geringen Dammhöhe ist es ausreichend das Dammauflager mit ca. 3 % Kalk zu stabilisieren um die Tragfähigkeit des Dammuntergrundes zu gewährleisten.

- **km 8+000...8+300 (80% Schicht 5 und 20 % Schicht 4.1)**

Der Straßendamm verläuft hier überwiegend über gut tragfähigen Baugrund (Sand/Kies - Schicht 5). Sondermaßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit sind hier nicht erforderlich.

- **km 8+300...9+300 (100% Schicht 2)**

Die Dammlage in der Wyhraue verläuft durchweg auf Auelehm, welcher aufgrund seiner hohen Wassergehalte (\varnothing 22,2 M.-%, vgl. Kap. 2.6.2) und organischen Anteile (s.a. Anlage 5.4) nur sehr geringe Tragfähigkeiten aufweist. Aufgrund des vermutlich geringen Grundwasserflurabstands (ca. 0,5...3 m) sollte der Einbau einer 100 cm mächtigen kapillarbrechenden Schicht auf Stablenka sowie beidseitige Längssickerleitungen eingeplant werden.

Infolge der auftretenden hohen Setzungen von über 30 cm (siehe Kap. 3.1.2) ist ein Überschütten des Dammkörpers um ca. 3 m erforderlich (Standzeit 8...10 Monate). Zur Beschleunigung der Konsolidierung des Dammkörpers wird der Einbau von Vertikaldrainagen im Auelehm empfohlen. Die Vertikaldrainagen sollten bis etwa 3...4 m u. GOK mit einem Abstand von ca. 1,5 m ausgeführt werden. Dadurch lässt sich die Konsolidierungszeit auf ca. 5...6 Monate verkürzen.

4.2.2 Böschungsneigung Dammbauwerk

Die Dammbauwerke können bei Ausführung der unter 4.1.2 angegebenen Zusatzmaßnahmen durchgängig mit einer Neigung von 1:1,5 hergestellt werden. Die mit Bindemittel verbesserten Böden sind dabei vorzugsweise an den Dammflanken einzusetzen.

4.2.3 Herstellung des Dammkörpers

Der Dammkörper unterliegt neben den unter 5.2.1 angegebenen Untergrundsetzungen auch stets einer gewissen Eigenkonsolidation, welche vom Dammschüttmaterial, der Verdichtung und der Dammhöhe abhängig ist. Sie beträgt bei guter Verdichtung ca. 0,75 % der Schütthöhe. Bei Verwendung von für den Dammbau gut geeignetem Erdstoff ist dieser Betrag nach ca. 2 bis 3 Wochen abgeklungen.

Ansichts des teilweise sehr setzungsempfindlichen Dammuntergrundes ist auf eine qualitäts-gerechte Herstellung der Dammbauwerke sehr großer Wert zu legen, um die Eigensetzungen des Damms und damit die Gesamtsetzung möglichst zu minimieren.

Der Aufbau des Straßendamms muss lagenweise ($d = 30 \text{ cm}$) erfolgen. Die Verdichtungsanforderungen gemäß ZTVE-StB sind in jeder Lage (Eigenüberwachung des AN) bzw. nach je-dem Meter Einbauhöhe (Fremdüberwachung des AG) nachzuweisen.

Zur Verhinderung von Oberflächenerosion sind biologische Sicherungsmaßnahmen (Mutterbo-denauftrag, Rasenansaat) vorzusehen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die geplante Bö-schungsneigung von 1:1,5 bereits einen Grenzneigungswinkel für Oberboden darstellt und der Oberbodenauftrag daher nur bei günstigen Witterungsbedingungen bis zur festen Wurzelbil-dung erfolgen kann. Zusatzmaßnahmen zur Oberbodensicherung (z.B. Strohmatten) sind des-halb zu empfehlen.

4.2.4 Versickerungskapazität der Straßendamböschungen

Bei Abfluss von Oberflächenwasser über die Böschung des Straßendamms sind Versickerungs-kapazitäten zur Ermittlung der Infiltration in den Dammkörper gemäß RAS-Ew anzugeben.

Die anzunehmende Versickerungskapazität hängt maßgeblich vom eingesetzten Dammbaustoff ab. Es werden vorraussichtlich Abtragsmassen aus den Einschnitten km 4+000...4+500 bzw. km 5+450...6+400 zum Einsatz kommen. Diese Abtragsmassen bestehen zum überwiegenden Teil aus Lößlehm (Schicht 1) sowie Geschiebelehm (Schicht 7.1) und Geschiebesand/-kies bzw. glazifluviale Sande/Kiese, damit wird zur Ermittlung der Infiltration in die Dammböschungen eine Versickerungskapazität gemäß RAS-Ew von $\sim 150 \text{ l/(s*ha)}$ angenommen.

5. Gründungsempfehlung für Brückenbauwerke entlang der B 7n

Im Rahmen der Baugrunderkundung zur Umverlegung B 7n Altenburg - Frohburg wurden Rotationskernbohrungen an den geplanten Brückenbauwerken ausgeführt. Aus den Ergebnissen der Erkundung werden folgende prinzipielle Gründungsempfehlungen für die Brückenbauwerke abgeleitet:

Tabelle 13. Gründungsempfehlungen für Bauwerke an der B 7n (Sachsen)

Bauwerk	Baugrund	Grundwasser	Gründung
BW 1 SN über GVS nach Borgishain Aufschlüsse: keine ausge- führt	nicht bekannt Annahme: - bis 1...2 m u. GOK Auelehm, - bis 3...4 m u. Geschiebelehm, > 4 m Sand/Kies	nicht bekannt Annahme: ca. 1 m u. GOK	Annahme: - Flachgründung mit Polster (keine genaue Angabe möglich)
BW 2 SN ÜF GVS nach Pahna Aufschlüsse: BP 81 und BP 82	- Lößlehm (UL) bis 2 m u. GOK - liegend Geschiebelehm und Sand (SU*, UL, SU)	ab 7...8 m u. GOK	- Flachgründung auf Polster bis mindestens 2,0 m u. GOK (UK Lößlehm) - bei hohen Bauwerkslasten kann auch Tiefgründung nötig werden
BW 3Ü SN Grünbrücke Aufschlüsse: BP 94 und BP 95	- Geschiebelehm (UL, SU*) mit Sandlinsen - bis 7,5 m Tiefe nass und steif ($N_{10DPH} = 5..10$) - unterhalb 7,5 m fester	ab 2,7 m u. GOK	- UK Fundament bei ca. 3,5 m u. GOK - Tiefgründung (FRANKI-Pfähle)
BW 4Ü SN und BW 5Ü SN Aufschlüsse: BP 110a und BP 108	- Sand, schluffig (SU, SU*) - ab 2,0 m Tiefe mitteldicht, ab 4,5 m Tiefe dicht gelagert	ab 5 m u. GOK	- Flachgründung auf Sandhori- zont
BW 6 SN und BW 7 SN Aufschluss: BP 124a	-Geschiebelehm und -mergel (UL, TL, UM, TM), steif bis halb- fest - $E_s = 6,5...9,0 \text{ MN/m}^2$ (in 4...8 m Tiefe)	ab 5,5 m u. GOK	- Tiefgründung (FRANKI-Pfähle)
BW 8 SN und BW 9 SN Aufschlüsse: BP 133, BP 134 und BP 135	- bis 4 m u. GOK Auelehm mit Torf (UL, OU, SU*), weich - unterhalb Kies und Sand (SW, GW, SU, GU), locker	ab 1,5 m u. GOK	- Tiefgründung (FRANKI-Pfähle)
BW 10Ü SN Aufschluss: BP 144a	- bis 4 m u. GOK Geschiebelehm (SU*) mit $E_s = 10...12 \text{ MN/m}^2$ - 4...8 m Geschiebemergel (TL, ST*) mit $E_s = 12...20 \text{ MN/m}^2$ - liegend Kies (GW, GU), sehr dicht gelagert	Schichtwasser ab 5 m u. GOK Grundwasser ab 11 m u. GOK	- UK Fundament bei ca. 2 m u. GOK - Flachgründung auf Gründungs- polster aus mit Bindemittel ver- bessertem Boden

Die Hauptuntersuchung für die Ingenieurbauwerke erfolgt im Zusammenhang mit der Erstellung von Bauwerksentwürfen in einer 2. Bohrkampagne.

6. Altlasten

6.1 Altlastenverdachtsflächen

Im Rahmen der Recherche wurden im näheren Umfeld der geplanten Trasse von der Landesgrenze Freistaat Sachsen / Freistaat Thüringen bis zur GVS Bubendorfer Straße zwischen Benndorf und Bubendorf insgesamt 2 Altlastenverdachtsflächen (ALVF) festgestellt, deren Lage in Anlage 9 graphisch dargestellt ist. Es handelt sich hierbei um zwei Altablagerungen, Altstandorte sind in relevanter Nähe zur Trasse nicht vorhanden.

Die erste Altablagerung, bezeichnet als AA „Müllers Sandgrube“, liegt ca. 200 m nordwestlich km 5+900...6+000 und die zweite Altablagerung, bezeichnet als AA „Sandgrube Benndorf“, tangiert die geplante Trasse bei km 9+200. Ob eine konkrete Gefährdung vorliegt oder nur ein Gefahrenverdacht besteht, ist derzeit nicht bekannt.

Die Altablagerung AA „Müllers Sandgrube“ (SALKA 79100180) umfasst die Flurstücke 724/1 und 735 der Gemarkung Eschefeld. Die zwischen km 5+900 und km 6+000 ausgeführten Bohrungen BP 91a und BP 92a lagen nicht in der geplanten Achse, sondern wurden aufgrund fehlender Betretungsrechte auf einen nahe gelegenen Wirtschaftsweg verlegt und können zu einer Gefährdungsbeurteilung nicht herangezogen werden. Aufgrund des Abstandes zwischen der Altablagerung und der geplanten Trasse von ca. 200 m wird derzeit abgeschätzt, dass ein Einfluss dieser Altablagerung auf die Planung nicht besteht. Jedoch sollten im Rahmen des weiteren Verfahrens der Planung, weitere Erkundungen im Bereich zwischen km 5+900 und km 6+000 nicht nur aus geotechnischer Sicht, sondern auch aus umwelttechnischer Sicht ausgeführt und betrachtet werden.

Zur Altablagerung AA „Sandgrube Benndorf“ gehören die Flurstücke 260/1, 260/2, 264, 273, 274 und 278 der Gemarkung Bubendorf. Die geplante Trasse verläuft sehr nah (ca. 20 m) an dieser Altablagerung vorbei. Die geplante Bohrung BP 138, welche im tangierten Bereich bei km 9+200 ausgeführt werden sollte, konnte aufgrund fehlender Betretungsrechte nicht abgeteuft werden. Daher liegen derzeit keine Erkundungsdaten zu diesem Bereich vor. Ein Einfluss der Altablagerung auf die geplante Trasse kann derzeit nicht ausgeschlossen werden. Weitere Erkundungsarbeiten, insbesondere die Untersuchung auf bodenschädlichen Verunreinigungen (Auffüllungen) sowie die exakte Erkundung der Deponiegrenze im Annäherungsbereich von km 9+200 sind daher zwingend erforderlich.

6.2 Schadstoffbelastung des bituminösen Straßenaufbruchs

Bei der Anbindung der B 7n an den aktuellen Straßenbestand fällt bituminöser Straßenaufbruch an, welcher bezüglich seiner Wiederverwendbarkeit zu bewerten ist. Die Untersuchung der Asphaltproben auf PAK und Phenol wurde im chemischen Labor Eurofins-Umwelt Ost GmbH in Freiberg vorgenommen (Prüfbericht s. Anlage 6.1). Die Übergabe der Proben erfolgte am 22.11.2011.

Für Straßenausbaustoffe gelten nach den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01, Ausgabe 2001 die folgenden Verwertungsklassen:

Tabelle 14. Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01

Verwertungs- klasse	Art der Straßenausbaustoffe		Hinter- grund ¹⁾	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA [mg/kg]	Phenolindex im Eluat [mg/l]	Verwertungs- verfahren nach Abschnitt ²⁾
A	Ausbauasphalt		AS, BS, GS	< 25 ³⁾	< 0,1 ³⁾	4.1 (4.2) (4.3)
B	Ausbaustoffe mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen	vorwiegend steinkohlen- teertypisch	AS, BS, GS	> 25	< 0,1	4.2 (4.3)
C		vorwiegend braunkohlen- teertypisch	BS, GS	Wert ist anzugeben	> 0,1	4.2

1) AS = Arbeitsschutz, BS = Bodenschutz, GS = Gewässerschutz

2) in Klammern: nur in Ausnahmefällen, da keine hochwertige Verwertung

3) Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.

Verwertungsverfahren nach RuVA-StB 01:

Abschn. 4.1: Heißmischverfahren (Asphaltnischenanlagen, Baustellenmischverfahren)

Abschn. 4.2: Kaltmischverfahren mit Bindemitteln

Verwertung ist für Klassen B und C nur zulässig, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemittel im Eluat des Probekörpers die folgenden Grenzwerte eingehalten werden.

Verwertungsklasse	PAK nach EPA [mg/l]	Phenolindex [mg/l]
B	≤ 0,03	kein Nachweis erforderlich
C	≤ 0,03	≤ 0,01

Abschn. 4.3: Kaltverarbeitung ohne Bindemittel

Gilt nur für Ausbaustoffe der Verwertungsklasse A, Ausbaustoffe der Verwertungsklasse B können verarbeitet werden, wenn in der Eignungsprüfung der Gesamtgehalt an PAK nach EPA von 100 mg/kg nicht überschritten wird und im Eluat nicht mehr als 0,03 mg/l PAK nach EPA festgestellt werden.

Zusätzlich ist zu beachten, dass eine Wiederverwendung des pechhaltigen Straßenausbaustoffes nur zulässig ist, sofern ein Gehalt an Benzo[a]pyren von < 50 mg/kg (nach Amtsblatt für Brandenburg, Gemeinsames Ministerialblatt für das Land Brandenburg, Potsdam den 13.07.2005, Abschnitt 5.2) gewährleistet wird.

Tabelle 15. Bewertung des bituminösen Straßenaufbruchs

Probennummer / Entnahmestelle	ä PAK (EPA) [mg/kg OS]	Phenolindex [mg/l]	Benzo(a)pyren [mg/kg OS]	Verwertungsklasse nach RuVA StB 01
MP_Asp_7 GVS Eschefeld - Pahnna BP 81 0...15 cm BP 82 0...17 cm	n.b.*	< 0,01	< 0,1	A
MP_Asp_8 GVS Eschefeld - Pahnna BP 81 0...23 cm BP 82 0...23 cm	3,5	< 0,01	0,4	A
EP_Asp_5 GVS Benndorf - Bubendorf BP 144a 16...35 cm	1,7	< 0,01	< 0,1	A
Prüfbericht in Anlage 6				

n.b.* Summe nicht berechenbar da Einzelparameter unter Nachweisgrenze lagen

Folgende Aussagen lassen sich zu den jeweiligen Straßenbereichen treffen:

Gemeindeverbindungsstraße Eschefeld – Pahnna (BW 2Ü SN)

Bituminöser Straßenaufbruch aus den Bereichen der GVS Eschefeld - Pahnna am geplanten Brückenbauwerk 2Ü SN ist nach derzeitigen Kenntnisstand der Verwertungsklasse A nach RuVA StB 01 zuzuordnen und kann im Heißmischverfahren wiederverwendet werden (Abfallschlüssel: 17 03 02).

Bubendorfer Straße (BW 10Ü SN)

Bituminöser Straßenaufbruch aus den Bereichen der Gemeindeverbindungsstraße Benndorf - Bubendorf am geplanten BW 10Ü SN ist nach derzeitigen Kenntnisstand der Verwertungsklasse A nach RuVA StB 01 zuzuordnen und kann im Heißmischverfahren wiederverwendet werden (Abfallschlüssel: 17 03 02).

7. Sonstige Hinweise

Die durchgeführten Standsicherheitsberechnungen verstehen sich als Vorbemessungen für den Vorentwurf und sind im Zuge der Ausführungsplanung entsprechend zu präzisieren.

Die Angaben zu Boden- und Planumsverbesserungen sind als Richtgrößen zu werten, welche aufgrund der Erkundungsergebnisse mit Hilfe von Erfahrungswerten abgeschätzt wurden. Sie dienen hauptsächlich der Kostenschätzung und ersetzen keinesfalls die entsprechenden Eigenprüfungen gemäß ZTVE.

Es wird abschließend nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Erkundungsdichte infolge fehlender Betretungsrechte noch unzureichend ist. Im Zuge der weiteren Planung sind unbedingt weitere Aufschlüsse erforderlich.