



Baugrundgutachten

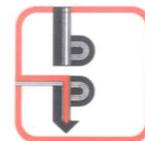
Zulassung der Ingenieurkammer des
Freistaates Sachsen Nr. 2-0978-91
Boden- und Felsmechanik, Hydrogeologie
Baugrund- und Alllastenerkundung,
Geotechnisches Laboratorium
Vom Sächsischen Oberbergamt anerkannter
Sachverständiger für Tagebauentwässerung
Mitglied des Geokompetenzzentrum
Freiberg e.V.

Ihre Zeichen	Ihre Nachricht vom	Projekt-Nr.	Unsere Zeichen	Datum
--------------	--------------------	-------------	----------------	-------

Auftraggeber:	Ingenieurgesellschaft KEMPA mbH, NL Halle Wolfensteinstraße 23 06114 Halle (Saale)
Vertrag vom:	14. 03. 2008
Baumaßnahme:	S 31 - Ausbau in Borna/Schönnewitz
IBES-Projektnummer:	38.08.1
Datum des Gutachtens:	23. 07. 2008

Der Untersuchungsbericht umfasst 75 Blatt einschließlich Anlagen.

Dieser Untersuchungsbericht darf ohne unsere schriftliche Zustimmung weder ganz noch aus-
zugsweise vervielfältigt werden.



Inhaltsverzeichnis

1.	Vorgang	3
2.	Unterlagen	4
3.	Baumaßnahme und Baugelände	6
4.	Untergrundverhältnisse	6
4.1.	Geologische Verhältnisse	6
4.2.	Bodenaufschlüsse	7
4.3.	Vorhandener Straßenaufbau	10
4.4.	Bodenarten und Schichtenfolge	12
4.5.	Hydrogeologische Verhältnisse	14
5.	Geotechnische Kennwerte	17
5.1.	Kennwerte der im Ausbauabschnitt vorhandenen Materialien	17
5.2.	Ersatzboden	18
6.	Analysenergebnisse der Böden und Asphaltsschichten auf Kontamination	19
6.1.	Allgemeines	19
6.2.	Asphalt	20
6.3.	Ungebundener Straßenaufbau und Bankettmaterial	21
6.4.	Verwertung der ungebundenen Schichten außerhalb des Straßenbaues	23
7.	Wiedereinbau von Aushubmassen	24
8.	Straßenbautechnische Folgerungen	25
8.1.	Allgemeines	25
8.2.	Vorhandener Oberbau	25
8.3.	Untergrund	25
8.4.	Baugrundverbessernde Maßnahmen	26
8.5.	Bemessung des frostsicheren Oberbaues	27
8.6.	Entwässerung	29
9.	Schlussbemerkungen	29



Anlagenverzeichnis

1	Auszug aus der topographischen Karte Deutschland; Maßstab 1 : 25.000
2.1 - 2.4	Lageplan der Ansatzpunkte; Maßstab 1 : 1000
3.1 - 3.8	Fotodokumentation
4.1 - 4.12	Graphische Darstellung der Schurf- und Bohrprofile
5.1 - 5.5	Korngrößenverteilung von repräsentativen Proben nach DIN 18 123
6	Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18 121 T.1
7.1 - 7.2	Prüfprotokolle Bohrlochversickerungen
8.1 - 8.7	Untersuchung auf Schadstoffe; Prüfbericht 10803419 EUROFINS-AUA GmbH
8.2	Prüfverfahren
8.3 - 8.6	Untersuchungen nach LAGA Tabelle II 1.2-1 für Feststoff und Eluat, zzgl. Chlorid, Sulfat und Phenolindex im Eluat
8.7	Untersuchung Asphalt auf Phenolindex im Eluat und PAK im Feststoff
9.1 - 9.4	Ergebnisse der dynamischen Plattendruckversuche
10.1 - 10.2	Straßenaufbau

1. Vorgang

Das Straßenbauamt Döbeln lässt durch die Ingenieurgesellschaft KEMPA mbH, NL Halle/S. den Ausbau der S 31 in der Ortslage Borna/Schönnewitz planen. Die Ingenieurgesellschaft KEMPA mbH erteilte daher unserem Institut auf Grundlage des Angebots vom 07.01.2008 /2/ den Auftrag /3/ zur Baugrunduntersuchung und Begutachtung der im Baugelände anstehenden Bodenverhältnisse sowie zur Erstellung eines Baugrundgutachtens.

Das vorliegende Baugrundgutachten dient als Grundlage für die Baumaßnahme des Ausbaus der S 31 in Borna/Schönnewitz. Es enthält eine Zusammenfassung und Auswertung der bodenmechanischen und chemischen Untersuchungen mit Angabe der erforderlichen Daten und Vorschläge für die Bauausführung.



2. Unterlagen

Neben den einschlägigen Normen, Vorschriften und Richtlinien standen uns für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Aufgabenstellung zur Angebotsabgabe; Ingenieurgesellschaft KEMPA mbH, NL Halle/S. vom 20. 12. 2007
- /2/ Angebot; IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH vom 07. 01. 2008
- /3/ Auftrag für die S 31 in Borna/Schönnewitz; Ingenieurgesellschaft KEMPA mbH, NL Halle/S. vom 14. 03. 2008
- /4/ Topographische Karte Deutschland, Maßstab 1 : 25.000
- /5/ Lagepläne (dxf-Datei); Stand 26.05.2008; zugestellt 28. 05. 2008
- /6/ Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen vom Mai 2008
- /7/ Ergebnisse der Laboruntersuchung vom Juni 2008
- /8/ Lithofazieskarten Quartär; Blatt Riesa 2567; 1973; Maßstab 1 : 50.000
- /9/ Geologische Karte von Sachsen; Blatt Riesa-Strehla; Maßstab 1 : 25.000
- /10/ Pälchen & Walter: „Geologie von Sachsen“, 2008
- /11/ Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht; M. Wiederspahn; Schriftenreihe des BDG; Heft Nr. 15
- /12/ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Interaktive Karten - Wasserschutzgebiete im Freistaat Sachsen, Stand 12/2007
- /13/ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Interaktive Karten - Internetkarte geologischer Aufschlüsse Sachsens; Stand 01/2007
- /14/ Rudolf Floss: „ZTVE Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau“, Kirschbaum Verlag Bonn 1997
- /15/ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01 Forschungsgesell. für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2001
- /16/ Holzwarth u. a.: Bundes-Bodenschutzgesetz/Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – Handkommentar, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 2000
- /17/ Wagner, Deponieverordnung, Textausgabe mit umfassenden Erläuterungen und weiterführenden Vorschriften; E.-Schmidt-Verlag, Berlin 2003



- /18/ Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV) vom 13. 12. 2006
- /19/ LAGA - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen; Technische Regeln, Stand: 06. 11. 1997
- /20/ LAGA - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) Stand: 05. 11. 2004
- /21/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen
- /22/ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen und für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01), Ausgabe 2001/2005
- /23/ Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein StB 04), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2004
- /24/ Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial; Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft; 11. 01. 2006 /11. 01. 2008
- /25/ Verlängerung der „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“; Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft; 11. 01. 2008
- /26/ Anforderungen an die stoffliche Verwertung mineralischer Abfälle; hier Bodenmaterial; Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft; 27. 09. 2006
- /27/ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen und für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01), Ausgabe 2001, Fassung 2005
- /28/ Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Reihe Abfall Heft 69
- /29/ DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; DWA-A 138, April 2005
- /30/ Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung, RAS - EW, FGSV- Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln, Ausgabe 2005



3. Baumaßnahme und Baugelände

Geplant ist der grundhafte Ausbau der S 31, zwischen der Brücke über die Döllnitz südlich von Borna/Schönnewitz bis ca. 150 m über den Knoten S 31/K 8938 (am östlichen Ortseingang von Borna, Abzweig Wadewitz und Schwarzroda) hinaus, Richtung Strehla. Hierbei ist eine Ausbaubreite von 6,50 m zwischen den beidseitigen Bordanlagen zuzüglich Gehwege und Parkflächen vorgesehen. Die Baumaßnahme besitzt eine Länge von ca. 1.650 m.

Angaben zur Bauklasse und zum gewählten Ausbau liegen nicht vor. Im Weiteren wird deshalb von der Bauklasse III ausgegangen.

Der Straßenabschnitt durchläuft vorwiegend bebauten Gebiet der Ortslage Borna/Schönnewitz und grenzt erst am Ortsausgang Borna, etwa ab dem Knoten S 31/K 8938, linkerhand an landwirtschaftliche Nutzflächen an. Das Gelände ist im Untersuchungsgebiet schwach wellig ausgebildet und fällt generell nach Süden bzw. Südosten zur Döllnitz hin ab. Die örtliche Höhe liegt zwischen 109 m HN und 114 m HN.

4. Untergrundverhältnisse

4.1. Geologische Verhältnisse

Das Gebiet südöstlich der S 31 gehört größtenteils zur Aue der Döllnitz. Holozäne Sedimente (Auelehm) bilden hier die oberste natürliche Schicht. Im direkten Straßenbaugelände stehen zu oberst sowohl diese holozänen Auenablagerungen als auch untergeordnet weichselkaltzeitliche Terrassensande an.

Unterlagert werden die holozänen Schluffe und Sande vom Bauanfang bis etwa Ortseingang Borna von überwiegend sandigen, teils kiesigen Bildungen der Wechselkaltzeit. Daran schließen sich im weiteren Verlauf bis Bauende fluviatile, meist schluffige Sande bis hin zu periglazialen Ablagerungen in Form von Sandlöss und Lösssand der Weichselkaltzeit an.



Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden vor der Weichselkaltzeit periglaziale Bildungen der Elsterkaltzeit als fluviatile Kiese und Sande mit Einschaltungen von Schluff und Ton abgelagert.

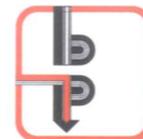
Der tiefere Untergrund im Untersuchungsgebiet besteht aus paläozoischen Phylliten und Tonschiefern (Ordovizium bis Devon) im Bereich der nördlichen Verlängerung des Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirges. In östlicher Richtung werden die Gesteine vom Randbereich des Meißener Intrusivkomplexes (Karbon) unterlagert, dessen Aufstiegsbahnen im Bereich der Elbezone liegen. Den peripheren, älteren Bereich des Meißener Massivs bildet eine intermediär bis basische, so genannte „monzonitoide“ Serie mit Monzoniten, Monzodioriten, Dioriten und Gabbros, während der östlicher gelegene, zentrale Teil des Massivs überwiegend aus mittelkörnigen Hornblende-Monzoniten (Syenodioriten) besteht. Die Intrusionen haben die umliegenden paläozoischen Gesteine unterschiedlich stark kontaktmetamorph überprägt.

Im Untersuchungsgebiet selbst wurden Festgesteine durch die Erkundung nicht aufgeschlossen.

Die natürliche geologische Abfolge kann im Zuge anthropogener Einflüsse teilweise abgetragen, umgelagert bzw. durch verschiedenartige Auffüllungen ersetzt bzw. überschüttet worden sein.

4.2. Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung des vorhandenen Straßenaufbaus und der Untergrundverhältnisse wurden entlang der Trassen 15 Aufschlusspunkte festgelegt. An allen Punkten wurde in den Handschürfen jeweils eine Rammkernsondierung bis 3 m unter GOK niedergebracht. In den Schürfen SCH 1, 3, 6 und 10 wurde, neben der Aufnahme des Straßenaufbaus, die Tragfähigkeit des vorhandenen Planums sowie der Tragschicht mittels leichtem Fallgewichtsgerät – Dynamischer Plattendruckversuch (DPV) gemäß TP BF-StB Teil B 8.3 – bestimmt (Anlage 9). Zwei weitere Rammkernsondierungen (RKS V1 bei SCH/RKS 2 und RKS V2 bei SCH/RKS 14) wurden für Versickerungsversuche (Anlage 7) neben der Trasse niedergebracht.



Im Zuge der Felderkundung wurden alle Aufschlusspunkte hinsichtlich ihrer Lage und Höhe auf der Grundlage zutreffender Bezugspunkte gemäß /5/ eingemessen. Die Lage der Aufschlussansatzpunkte ist der Anlage 2 zu entnehmen. Eine Fotodokumentation aller Schurf/Bohrpunkte erfolgt in Anlage 3. Die Erkundungsergebnisse werden in Anlage 4 in Form von Schurf- und Bohrprofilen aufgeführt. Ausgewählte Details des Straßenaufbaues werden aus den beigelegten Fotos zu den jeweiligen SCH/RKS in Anlage 4 sichtbar.

Gemäß DIN 4022 erfolgte auf der Grundlage manueller und visueller Verfahrensmerkmale eine Bodenansprache sowie die Entnahme von gestörten Proben.

An ausgewählten Einzelproben wurden bodenmechanische Kennwerte bestimmt (Anlagen 5 und 6). Eine Zusammenstellung der bodenmechanischen Laboruntersuchungen ist in der folgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1: Verzeichnis bodenmechanischer Laboruntersuchungen

Aufschlussbezeichnung	Entnahmehorizont [m u GOK]	Bodenart DIN 4022 (Schicht-Nr.) ²⁾	Untersuchungsumfang (in Anlage)	
			KV	w _n
SCH/RKS 2	0,80 ... 3,00	S, G, u' (3.4)	5.1	6
SCH/RKS 6	0,50 ... 1,50	S, u, g' (3.4)	5.2	6
SCH/RKS 9	0,30 ... 1,10	U, s*, g (2.2)	5.3	6
SCH/RKS 11	0,60 ... 1,80	U, g, t', fs' (2.2)	-	6
SCH/RKS 14	2,65 ... 3,00	S,u' (3.1)	5.4	6
SCH/RKS 15	0,80 ... 2,35	U, t', fs, g' (2.2)	-	6
MP 3+4 ¹⁾	(0,05 ... 0,80)	G, s, u' (1.2)	5.5	6
Abkürzungen: KV - Bestimmung Kornverteilung nach DIN 18 123				
w _n - Bestimmung natürlicher Wassergehalt nach DIN 18 121 T 1				
¹⁾ Zusammenstellung der Mischproben siehe Tabelle 2				
²⁾ Schicht-Nummern werden in Tabelle 5 erläutert				

Weiterhin wurden Proben aus dem Aufbruchmaterial der gebundenen Deckschicht der Verkehrsfläche hinsichtlich umweltschädigender Inhaltsstoffe mittels Analyse von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Phenolgehalt untersucht (Anlage 8.7). Neben dem für Asphalt typischen Geruch waren bei den entnommenen Proben



keine organoleptischen Besonderheiten festzustellen. Zur Bewertung hinsichtlich einer Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials wurden Mischproben (MP 3 und 4) der ungebundenen Tragschicht nach LAGA 2004 Tabelle 1.2-1 sowohl im Feststoff als auch im Eluat analysiert (Anlagen 8.5 und 8.6). Des Weiteren wurden zwei Mischproben aus dem Bankettmaterial (MP 1 und 2), welches links bzw. rechts neben dem jeweiligen Aufschluss entnommen wurde, gemäß LAGA 2004 Tabelle 1.2-1 im Feststoff und Eluat untersucht (Anlagen 8.3 und 8.4). Die Probenzusammenstellung erfolgte entsprechend der nachfolgenden Tabelle 2. In Anlehnung an LAGA PN 98 /21/ wurde bei der Mischprobenzusammenstellung die zu beprobende Schicht als Grundgesamtheit betrachtet und jeweils eine repräsentative Mischprobe zusammengestellt, so dass das Untersuchungsergebnis weitestgehend dem Durchschnittsgehalt der Grundmenge des Prüfgutes entspricht.

Tabelle 2: Verzeichnis chemischer Untersuchungen

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u GOK]	Probe	Material	Untersuchungsumfang
SCH/RKS 1	0,15 - 0,25	A 1c	Asphalt	PAK im Feststoff und Phenolindex im Eluat
SCH/RKS 5	0,04 - 0,20	A 5b		
SCH/RKS 9	0,00 - 0,07	A 9		
SCH/RKS 14	0,10 - 0,23	A 14b		
SCH 1 (l + r)	0,00 - 0,20	MP 1	Bankett	LAGA 2004 Tabelle 1.2-1 für Feststoff und Eluat zzgl. Chlorid, Sulfat und Phenolindex im Eluat
SCH 2 (l + r)				
SCH 3 (l + r)				
SCH 11 (l + r)	0,00 - 0,20	MP 2	Bankett	
SCH 12 (l + r)				
SCH 13 (l + r)				
SCH 14 (l + r)				
SCH 15 (l + r)				



<i>Entnahmestelle</i>	<i>Entnahmetiefe [m u GOK]</i>	<i>Probe</i>	<i>Material</i>	<i>Untersuchungsumfang</i>
SCH/RKS 1	0,25 – 0,50	MP 3	ungebundene Tragschicht	LAGA 2004 Tabelle 1.2-1 für Feststoff und Eluat zzgl. Chlorid, Sulfat und Phenolindex im Eluat
SCH/RKS 2	0,12 – 0,80			
SCH/RKS 3	0,05 – 0,40			
SCH/RKS 4	0,10 – 0,40			
SCH/RKS 5	0,20 – 0,55			
SCH/RKS 6	0,14 – 0,50			
SCH/RKS 7	0,15 – 0,55			
SCH/RKS 8	0,11 – 0,50	MP 4	ungebundene Tragschicht	
SCH/RKS 9	0,07 – 0,30			
SCH/RKS 10	0,10 – 0,20			
SCH/RKS 11	0,13 – 0,60			
SCH/RKS 12	0,06 – 0,60			
SCH/RKS 14	0,28 – 0,70			
SCH/RKS 15	0,23 – 0,80			

4.3. Vorhandener Straßenaufbau

Der vorhandene Straßenaufbau ist in der Schichtmächtigkeit und -anzahl sowie der Zusammensetzung variabel (Anlage 10). Der gebundene Straßenoberbau besitzt eine Mächtigkeit zwischen 0,05 und 0,30 cm. Im Bauabschnitt sind zahlreiche Flickstellen mit neu aufgebrachtem Asphalt (teils Spritzasphalt) als auch Risse zu verzeichnen. Im Schurf 14 wurde unter der obersten Asphaltdeckschicht eine ca. 18 cm mächtige Schicht aus gebrochenem Material mit Teerresten vorgefunden, diese wird als Makadamschicht gewertet. Wie aus der Anlage 10 ersichtlich, schwankt die Mächtigkeit des ungebundenen Aufbaus bzw. frostsicheren Unterbaues zwischen 0,20 - 0,68 m. Die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaus liegt zwischen 0,30 und 0,80 m.

Auf der vorhandenen Tragschicht (ca. 0,10 - 0,25 m unter GOK) sowie dem vorhandenen Planum (ca. 0,45 – 0,50 m unter GOK) wurden Tragfähigkeitsmessungen in Form von Versuchen mit dem dynamischen Plattendruckgerät durchgeführt, um Aussagen zur Tragfähigkeit zu erhalten. Die Versuchsdurchführung und die Ergebnisse der Plattendruck-



versuche sind der Tabelle 4 sowie der Anlage 9 zu entnehmen. Eine Bewertung der Ergebnisse erfolgt im Abschnitt 8.3.

Die Umrechnung der dynamischen Verformungsmoduln in statische Verformungsmoduln kann für grobkörniges Material nach Tabelle 3 erfolgen:

Tabelle 3: Umrechnung von Verformungsmoduln

<i>Dynamischer Verformungsmodul $E_{v\text{dyn}}$ (MN/m²)</i>	<i>Statischer Verformungsmodul E_{v2} (MN/m²)</i>
25	45
30	60
40	80
45	100
55	120
70	150

Weiterhin gilt, dass bei einer Beschleunigungszeit von $s/v < 3,5$ ms das Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} < 2,5$ eingehalten wird, dies entspricht einer Proctordichte von ca. 100 %. Bei einem $s/v \gg 3,5$, $E_{v\text{dyn}} < 20$ MN/m² bzw. bei fein- und gemischtkörnigen Böden wird $E_{v2} = E_{v\text{dyn}}$ gesetzt. Die Ergebnisse wurden gerundet.



Tabelle 4: Ergebnisse der dynamischen Plattendruckversuche

Aufschluss	Versuch	Tiefe [m u GOK]	Prüfboden (Schicht-Nr.) ²⁾	Schicht	s/v [ms]	E _{vdyn} [MN/m ²]	E _{v2} [MN/m ²]
SCH/RKS 1	DPV 1	0,25	G, s* (1.2)	Tragschicht	2,569	43,8	97
SCH/RKS 1	DPV 2	0,50	U, g, x (1.3)	Planum	3,905	38,6	39
SCH/RKS 3	DPV 3	0,10	G, s (1.2)	Tragschicht	2,264	65,6	141
SCH/RKS 3	DPV 4	0,45	S, u', fg' (3.4)	Planum	1,987	52,9	115
SCH/RKS 6	DPV 5	0,15	G, s, x' (1.2)	Tragschicht	1,911	100,9	216
SCH/RKS 6	DPV 6	0,50	S, u, g' (2.3)	Planum	2,352	45,8	102
SCH/RKS 10	DPV 7	0,10	S, g (1.2)	Tragschicht	2,246	53,6	117
SCH/RKS 10	DPV 8	0,45	U, s*, g' (2.2)	Planum	2,656	34,9	35

²⁾ Schicht-Nummern werden in Tabelle 5 erläutert

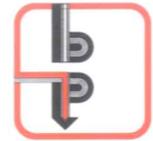
4.4. Bodenarten und Schichtenfolge

Mit den Schürfen und Rammkernsondierungen wurden der konstruktive Straßenoberbau, Auffüllungen sowie gewachsener Baugrund aufgeschlossen.

Die Baugrundverhältnisse im Bereich der S 31 in Borna/Schönnewitz können generell in folgende relevante Horizonte eingeteilt werden:

Tabelle 5: Allgemeine Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet

Schicht-Nr.	Bezeichnung
Auffüllungen	
1.1	gebundener Straßenoberbau
1.2	ungebundener Straßenoberbau
1.3	anthropogene Aufschüttungen
Holozän	
2.1	Mutterboden
2.2	fluviatile und limnische Schluffe (Auelehm)
2.3	fluviatile Kiese und Sande, z.T. schluffig (Auesande)
Pleistozän	
3	periglaziale Bildungen (Weichselkaltzeit)
3.1	Lösssand, Sandlöss, Sandlösslehm
3.2	diluviale und solifluidale, sandig - kiesige Schluffe (Gehängelehm)
3.3	fluviatile Schluffe, sandig (Tallehm)
3.4	fluviatile Sande, untergeordnet Kiese (Höhere Niederterrasse)

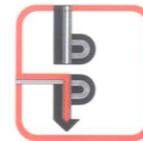


In der nachfolgenden Tabelle sind die im Untersuchungsbereich erbohrten Schichten aufgeführt.

Tabelle 6: Darstellung des Schichtenaufbaus

Schicht		Mächtigkeit	Schichtgrenze	Kurzbeschreibung	Frostempfindlichkeitsklasse
Nr.	Bezeichnung	[m]	[m u GOK]		
1	Auffüllungen				
1.1	gebundener Oberbau	0,05 - 0,30 0,18	0,05 - 0,30	Asphalt; mit Spritzasphalt Makadamtragschicht (in SCH/RKS 14)	-
1.2	ungebundener Straßenaufbau	0,20 - 0,68	0,20 - 0,80	Kies, (stark) sandig, gebrochenes Material, (schwach steinig); mitteldicht (locker bis dicht) Sand, kiesig; locker-mitteldicht	F 1
1.3	Auffüllungen / Unterbau	0,40	0,20 - 0,90	Schluff, kiesig, steinig; steif (in SCH/RKS 1)	F 3
2	Holozäne Bildungen				
2.1	Mutterboden	0,25 - 0,30	0,25 - 0,30	Schluff, sandig; humos; halbfest	-
2.2	Auelehm	0,30 - > 2,20	0,70 - > 3,00	Schluff, sandig, schwach kiesig, schwach tonig; humos; steif - halbfest	F 3
2.3	Auesande	0,30 - 1,00	1,50 - 1,70	Sand, (schwach) schluffig, (schwach) kiesig; mitteldicht - dicht	F 2 ... F 3
3	Periglaziale Bildungen (Weichselkaltzeit)				
3.1	Lösssand, Sandlöss	0,30 - > 1,50	> 3,00	Feinsand, schwach schluffig, (schwach tonig); mitteldicht(-dicht)	F 2
3.2	Gehängelehm	nicht erkundet			
3.3	Tallehm	0,50 - > 0,80	1,60 - > 3,00	Schluff, (schwach) tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig; steif Ton, schluffig; fest	F 3
3.4	Sande und Kiese (Höhere Niederterrasse)	0,25 - > 2,60	> 3,00	Sand, (schwach) feinkiesig, schwach schluffig; mitteldicht (-dicht)	F 1 ... F 2

Die erkundeten Baugrundverhältnisse werden in Form von Schurf- und Bohrprofilen in Anlage 4 dargestellt. Die Zuordnung der einzelnen Schichten in die jeweilige Gewinnungsklasse können den graphischen Darstellungen entnommen werden. Die Lagerungsdichte wurde während der Feldarbeiten anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt.



4.5. Hydrogeologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet gehört zum Einzugsgebiet der Elbe. Der südwestliche Teil der S 31 wird durch die Döllnitz entwässert. Auch für den Rest des Bauabschnittes wird von einer allgemeinen Grundwasserfließrichtung in Richtung Döllnitz, d. h. nach Südosten ausgegangen.

Südlich von SCH/RKS 1 wurde im Zuge der Feldarbeiten ein Stand des Wasserspiegels der Döllnitz von 106,31 m HN gemessen. Diese quert die S 31 hier mit Fließrichtung West-Ost. Bei den bis maximal 3 m unter Gelände (ca. 106,9 m HN) ausgeführten Aufschlüssen wurde kein Wasser erbohrt. Demzufolge ist mit Grundwasser im Straßenbereich, unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen, erst bei ca. 3 m unter GOK zu rechnen.

Von den im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden sowie dem ungebundenen Oberbau wurden 5 Proben hinsichtlich ihrer Kornzusammensetzung analysiert (Anlagen 5.1-5.5). An Hand der Kornverteilungen für Lockergesteinsproben kann nach allgemein gültigen und hinsichtlich verschiedener Bodenzusammensetzungen spezifizierten Verfahren (Kaubisch, Beyer) der Durchlässigkeitsbeiwert k_f abgeschätzt werden. Die so ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte dienen aufgrund ihrer Bestimmungsweise lediglich zur Orientierung. Für die im Erkundungsabschnitt anstehenden Böden können, unter Einbeziehung der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Kornverteilungsanalysen sowie anhand von Erfahrungswerten, folgende Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18 130 angegeben werden.



Tabelle 7: Durchlässigkeit und Eignung für die Anlage von Versickerungseinrichtungen

Schicht-Nr.	Schicht-bezeichnung	Boden-gruppe	Kornverteilungen:	Erfahrungswerte:		Eignung nach RAS-Ew
			Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeit DIN 18 130 T 1	
1.2	Ungebundener Oberbau	SI / SW GI / GW	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-4}$	stark durchlässig	geeignet
1.3	Auffüllungen / Unterbau	UL		$\approx 1 \cdot 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig	nicht geeignet
2.1	Mutterboden	OU		$1 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig	nicht geeignet
2.2	Auelehm	UL / SU*	$6,1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-9}$	schwach durchlässig	nicht geeignet
2.3	Auesand	SU / SU*	$7,8 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$	durchlässig / schwach durchlässig	bedingt bis nicht geeignet
3.1	Lösssand, Sandlöss	SU / SU*	$9 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$	durchlässig / schwach durchlässig	bedingt bis nicht geeignet
	Lösslehm	UL		$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig	nicht geeignet
3.3	Tallehm	TL / UL		$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-9}$	sehr schwach durchlässig	nicht geeignet
3.4	fluviale Sande und Kiese	GU / SU	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$	stark durchlässig / durchlässig	geeignet bis bedingt geeignet

Für die Einordnung der o. g. Werte ist festzuhalten, dass gewisse Abweichungen zwischen Durchlässigkeitsbeiwerten aus Kornverteilungen und direkten Schluckversuchen durch die natürlichen Randbedingungen, wie Lagerungsdichte, Feinschichtung, Schichtmächtigkeit etc., hervorgerufen werden. Differenzen für den Durchlässigkeitsbeiwert bis zu einer Zehnerpotenz können dabei als normal betrachtet werden.

Für äquivalent zusammengesetzte Böden sind die genannten Durchlässigkeitsbeiwerte i. Allg. übertragbar.

Im Baubereich wurden zwei Versickerungsversuche zur Bestimmung der tatsächlichen Versickerungsrate ausgeführt. Genauere Angaben zu einer möglichen Versickerungsfläche



bzw. der technischen Umsetzung (Mulde, Rigole u. ä.) lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Die Prüfprotokolle der Versickerungsversuche sind in der Anlage 7 enthalten.

Für eine Versickerung sind nach /30/ Böden mit Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$ m/s geeignet. In /29/ wird dieser Bereich etwas weiter gefasst ($k_f = 1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$) m/s.

Die Auswertung der Auffüllversuche erfolgte nach den in /11/ angegebenen Formeln. Es wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s bei RKS V1 (Schicht 3.4) bzw. $k_f = 5,4 \cdot 10^{-8}$ m/s bei RKS V2 (Schicht 3.1) ermittelt.

Der Wert für Schicht 3.4 ($k_f = 2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s) liegt etwas unter dem aus der Kornverteilung berechneten Wert, passt aber in das Intervall der Erfahrungswerte. Im Bereich von Böden der Schicht 3.4 ist demzufolge eine Versickerung prinzipiell möglich.

Hingegen konnte beim zweiten Versickerungsversuch im Bauabschnitt mit Böden der Schicht 3.1 kein geeigneter Wert ($k_f = 5,4 \cdot 10^{-8}$ m/s) ermittelt werden. Der gemessene Wert ist für das erkundete sandige, schwach schluffige Material ungewöhnlich gering. Mögliche Ursachen können die dichte Lagerung des Sandes, Feinschichtungen mit gering durchlässigem Material, unterlagernde (nicht erkundete) gering durchlässige Schichten (Schluff, Ton) sowie auch die Einschlämmung von Feinkorn im Zuge des Versickerungsversuches sein. Erfahrungsgemäß ist bei dem Material der Schicht 3.1 mit einer um mindestens eine Zehnerpotenz höheren Durchlässigkeit zu rechnen. Jedoch ist auch unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte für die Schicht 3.1 davon auszugehen, dass diese Böden für eine Versickerung nicht geeignet sind.

Für den gesamten Bereich der Baumaßnahme ist eine Versickerung auf Grund wechselnder Untergrundverhältnisse nicht durchgängig möglich. Sie wird lediglich im Abschnitt mit Böden der Schicht 3.4 als sinnvoll erachtet.



5. Geotechnische Kennwerte

5.1. Kennwerte der im Ausbauabschnitt vorhandenen Materialien

Nachfolgend werden in Tabelle 8 geotechnische Kennwerte angegeben. Zu beachten ist die Zuordnung der Tabellenwerte hinsichtlich der Zustandsformen bzw. Lagerungsdichte. Werden im Zuge großflächiger Aufschlüsse während der Baumaßnahme abweichende Verhältnisse angetroffen (Konsistenzverschlechterungen etc.), sind Werteanpassungen vorzunehmen. Die Festlegungen beruhen auf der makroskopischen Schichtenansprache bzw. den in DIN 1055 und im allgemeinen bautechnischen Schrifttum angegebenen Richtwerten.

Die Angaben werden um die Einteilung der Böden gemäß DIN 4022 (Spalte 2) sowie für bautechnische Zwecke gemäß DIN 18 196 in bestimmte Gruppensymbole (Spalte 3), die Angaben zur Gewinnungsklasse nach DIN 18 300 (Spalte 4) und die Angabe der Lagerungsdichte/Konsistenz bzgl. Handversuche und Bohrbarkeit (Spalte 5) ergänzt.

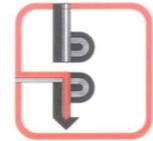


Tabelle 8: Zusammenstellung der Bodenkennwerte

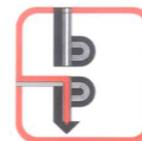
Schicht-Nr.	Bodenart	Boden-gruppe	Boden-klasse	Lagerungs-dichte/ Konsistenz	Wichte cal ...		Reibungs-winkel cal φ' [°]	Kohäsion cal c' [kN/m ²]	Steife-modul cal E_s [MN/m ²]
					γ [kN / m ³]	γ'			
Auffüllungen									
1.2	S, g	SI / SW	3	locker - mitteldicht	19,0	11,0	32,5	0	40 - 60
	G, s(*), x	GI / GW	3	mitteldicht (locker - dicht)	20,0	12,0	35,0	0	50 - 80
1.3	U, g	UL	4	steif	20,0	10,0	27,5	2	5
Holozäne Bildungen									
2.1	U, s	OU	3	halbfest	17,0	7,0	15,0	0	-
2.2	U, s, g', t(*)	UL	4	steif - halbfest	20,5	10,5	27,5	2	5 - 10
2.3	S, u(*), g(*)	SU / SU*	3	mitteldicht - dicht	20,0	10,0	30	0-2	10 - 15
Periglaziale Bildungen (Weichselkaltzeit)									
3.1	fS, u', t(*)	SE / SU	3	mitteldicht (- dicht)	18,0	10,0	30,0	0	25
3.3	U, t(*), fs', g'	UL	4	steif	21,0	11,0	27,5	2	10
	T, u	TL	4	fest	21,0	11,0	27,5	5	12
3.4	S, fg(*), u'	SU / SW	3	mitteldicht (- dicht)	20,0	11,0	30,0	0	40

5.2. Ersatzboden

Bei einem Bodenaustausch wird die Einhaltung folgender Anforderungen an Ersatzboden empfohlen.

Tabelle 9: Zusammenstellung der geotechnischen Kennwerte des Ersatzbodens

Bodengruppe nach DIN 18 196:	gut verdichtbare, nichtbindige, weit gestufte, ungleichförmige grob- und gemischtkörnige Böden vorzugsweise GW, GI, SW, GU, SU
Kieskorn ($d \geq 2$ bis ≤ 63 mm)	≥ 30 Gew.-%
Schlämmkorn ($d \leq 0,063$ mm):	≤ 15 Gew.-%
Steinanteil ($d \geq 63$ mm):	≤ 10 Gew.-%
Größtkorndurchmesser d_{max} :	≤ 100 mm in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Glühverlust V_{gl} :	≤ 3 Gew.-%



Proctordichte D_{pr} :	$\geq 1,8 \text{ t/m}^3$
Einbau und Verdichtung:	lagenweise
Schütthöhe, je nach Verdichtungsgerät:	0,20 m bis 0,40 m
Wichte erdfeucht γ :	19 - 20 kN/m^3
Scherwinkel φ' :	$\approx 32 - 35^\circ$
Kohäsion :	0 bis 5 kN/m^2

6. Analysenergebnisse der Böden und Asphaltsschichten auf Kontamination

6.1. Allgemeines

Entsprechend der Aufgabenstellung sollte eine mögliche Kontamination des Aushubmaterials untersucht werden, um Verwertungsmöglichkeiten im geplanten Bauvorhaben realisieren bzw. den Massenüberschuss deklarieren zu können.

Die Bewertung der Schadstoffbelastung erfolgt auf der Grundlage der Zuordnungswerte der LAGA /18/ bzw. der Abfallablagerungsverordnung /18/ und entsprechend den Vorgaben der Bundes - Bodenschutz - und Altlastenverordnung (BBodSchV) /16/. Durch das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft wurden für die Verwertung von Bauschutt /24/ und /25/ und Boden weitergehende Regelungen erlassen, welche die Hinweise in /18/ ergänzen bzw. /26/ ersetzen. Die Regelung zur Verwertung von Bauschutt nach /24/ ist z. Z. bis zum 31. 12. 2008 befristet (Verlängerung vom 11. 01. 2008 /25/).

Die Zuordnungswerte der LAGA legen die Art der Wiederverwendung von Aushubmassen fest. Der Zuordnungswert Z 0 kennzeichnet den uneingeschränkten Einbau, die Werte Z 1.1 und Z 1.2 den eingeschränkten offenen Einbau und der Wert Z 2 den eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen. Bei Überschreitung des Zuordnungswertes Z 2 bzw. wenn eine sinnvolle Verwertung z. B. aus geotechnischen Gründen nicht möglich ist, besteht die Notwendigkeit einer Ablagerung in Deponien oder einer Aufbereitung / Behandlung des Abfalles mit dem Ziel der Schadstoffreduzierung in dafür geeigneten Anlagen. Es werden folgende Deponieklassen unterschieden.



Tabelle 10: Einteilung der Deponieklassen (DK)

<i>Deponieklasse</i>	<i>Regelwerke</i>	<i>Bemerkungen</i>
DK 0	Deponieverordnung /17/	bedingt vergleichbar mit Zuordnungswert Z 1.2 nach LAGA /18/ (Eluat)
DK I	Abfallablagerungsverordnung /18/	für Kontaminationen > DK 0 bzw. für > Z 2 nach LAGA /18/
DK II	Abfallablagerungsverordnung /18/	für Kontaminationen > DK I
DK II *	Abfallablagerungsverordnung /18/	für mechanisch - biologisch vorbehandelte Abfälle
DK III	Deponieverordnung /17/	für Kontaminationen > DK II
DK IV	Deponieverordnung /17/	Untertagedeponie

Nach § 12 der Bundesbodenschutzverordnung /16/ unterliegt die Zwischen- und Umlagerung von Bodenmaterial, welches im Rahmen der Errichtung oder des Umbaus von baulichen Anlagen gewonnen wird, **nicht** den Festlegungen dieses Paragraphen, **wenn es am Herkunftsort wiederverwendet wird**. Die Prüfwerte für die entsprechenden Wirkungspfade müssen dabei eingehalten werden.

Für die Straßenbaumaßnahme wird die Einstufung der Rückbaumassen für den Wiedereinbau als RC-Baustoff nach der TL Gestein-StB 04 /23/ als maßgebend betrachtet. Für den Massenüberschuss sind in Abhängigkeit der Verwertung die Bundes - Bodenschutz - und Altlastenverordnung bzw. Abfallablagerungsverordnung zu beachten.

6.2. Asphalt

Zur quantitativen Untersuchung der bituminösen Deckschicht auf Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nach EPA-Liste und Phenolindex im Eluat wurden die entnommenen Proben nach Tabelle 2 ausgewählt und der EUROFINS-AUA GmbH (Freiberg) übergeben. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Anlage 8.7 dokumentiert. In der RuVA-StB 01 /22/ sind Vorgaben zur Untersuchung und Verwertung von bituminösem und pechhaltigem Straßenaufbruch enthalten. In der nachfolgenden Tabelle sind diese Vorgaben dargestellt.



Tabelle 11: Richtwerte für die emittierenden Substanzen im Straßenaufbruch gemäß RuVA-StB 01

<i>Parameter</i>		<i>Verwertungsklasse</i>		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
PAK (EPA)	[mg/kg]	≤ 25	> 25	nicht maßgeblich
Phenolindex Eluat	[mg/l]	≤ 0,1	≤ 0,1	> 0,1

Im Rückbaubereich der Straße wurden folgende Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 12: Analyseergebnisse des gebundenen Straßenaufbruchs

<i>Proben-Nr.</i>	<i>Analyseergebnisse</i>		<i>Verwertungsklasse</i>
	<i>PAK (EPA) [mg/kg]</i>	<i>Phenolindex Eluat [mg/l]</i>	
SCH/RKS 1 – A 1c	3,6	0,010	A
SCH/RKS 5 – A 5b	4,0	< 0,010	A
SCH/RKS 9 – A 9	3,1	0,024	A
SCH/RKS 14 – A14b	0,3	< 0,010	A

Nach den Analyseergebnissen kann der untersuchte Straßenaufbruch der S 31 der *Verwertungsklasse A* zugeordnet werden.

6.3. Ungebundener Straßenaufbau und Bankettmaterial

Im Bauabschnitt wurden die ungebundene Tragschicht sowie das Bankettmaterial nach LAGA 2004 (Tab. II 1.2-1) entsprechend der Aufgabenstellung untersucht. Die maßgebenden (höchsten) Analysen- und Zuordnungswerte (siehe Anlage 8) sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.



Tabelle 13: Maßgebende Analysen- und Zuordnungswerte

<i>Probe</i>	<i>maßgebende Parameter</i>		<i>LAGA [2004] /20/</i>	<i>Recycling /24/</i>	<i>TL-Gestein /23/</i>
MP 1 (Bankett) ¹⁾	TOC (1,4 %), Zink (98 mg/kg)	Feststoff	Z 1	W 1.1	-
	-	Eluat	Z 0	W 1.1	RC-1
MP 2 (Bankett) ¹⁾	Benzo[a]pyren (0,4 mg/kg), TOC (1,3 %), Blei (165 mg/kg), Cadmium (0,8 mg/kg), Kupfer (22 mg/kg), Zink (147 mg/kg)	Feststoff	Z 1	W 1.1	-
	-	Eluat	Z 0	W 1.1	RC-1
MP 3 (Tragschicht) ¹⁾	MKW (C ₁₀ -C ₄₀) (356 mg/kg), PAK (3,9 mg/kg), Benzo[a]pyren (0,4 mg/kg), Crom, ges. (46 mg/kg), Zink (72 mg/kg)	Feststoff	Z 1	W 1.1 ²⁾	-
	-	Eluat	Z 0	W 1.1	RC-1
MP 4 (Tragschicht) ¹⁾	MKW (C ₁₀ -C ₄₀) (308 mg/kg), Blei (63 mg/kg), Cadmium (0,5 mg/kg), Kupfer (20 mg/kg), Zink (140 mg/kg)	Feststoff	Z 1	W 1.1 ²⁾	-
	-	Eluat	Z 0	W 1.1	RC-1
¹⁾ Bewertung als Sand					
²⁾ sofern die MKW-Konzentrationen auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, gilt Grenzwert 600 mg/kg					

Bankettmaterial

Die Analyseergebnisse zeigen keine nennenswerten Belastungen. Es wurde eine geringfügige Belastung mit Schwermetallen im Feststoff ermittelt. Der gemessene TOC - Gehalt ist auf Reste der organischen Auflage zurückzuführen. Eine leicht erhöhte Konzentration von Benzol[a]pyren ist auf Reste von Asphalt im Bankettbereich zurückzuführen.

Wird für das Bankettmaterial eine Verwertung in bodenähnlicher Anwendung angestrebt, so werden im **Feststoff** der Zuordnungswert **Z 1** und im **Eluat** der Zuordnungswert **Z 0** nicht überschritten. Hinsichtlich Recycling /24/ und TL-Gestein /23/ können die Werte **W 1.1** und **RC-1** zugeordnet werden.



ungebundene Tragschicht

In der ungebundenen Tragschicht wurden ebenfalls nur geringfügige Belastungen mit Schwermetallen im Feststoff ermittelt. Der erhöhte PAK-Wert sowie der Gehalt an Benzol[a]pyren in der Mischprobe MP 3 ist auf Reste von Asphalt in der Tragschicht zurückzuführen. Nennenswert ist auch eine Überschreitung des Z 0 Grenzwertes für Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), welche ebenfalls auf Asphaltreste in der Tragschicht hinweist. Auch hier wird jedoch der Z 1 Grenzwert nicht überschritten.

Insgesamt wurde bei dem Material der Tragschichten im **Feststoff** der Zuordnungswert **Z 1** und im **Eluat** der Zuordnungswert **Z 0** nicht überschritten. Deshalb ist ein Einbau als Ersatzboden prinzipiell möglich. Hinsichtlich Recycling /24/ und TL-Gestein /23/ können die Werte **W 1.1** und **RC-1** zugeordnet werden.

6.4. Verwertung der ungebundenen Schichten außerhalb des Straßenbaues

Bei einer Verwertung des Massenüberschusses außerhalb von Straßenbaumaßnahmen sind die Hinweise in /20/ und /24/ zu beachten. Derzeitig werden die Eluat-Werte für die LAGA - Technische Regeln Boden [neu], 2004 durch das Sächsische Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft überprüft.

Insbesondere für die Verfüllung von Abgrabungen sind die Festlegungen und Grenzwerte zu beachten. Bei der Bestimmung des Zuordnungswertes im Feststoff wird die Kornzusammensetzung berücksichtigt. Die ungebundene Tragschicht und das Bankettmaterial werden als „Sand“ eingestuft (siehe Anlage 5.5).

Der Auftragnehmer der Bauleistungen muss eine ordnungsgemäße Wiederverwertung bzw. Entsorgung gemäß Abfallgesetz sicherstellen und nachweisen. Bei einem Massenüberschuss sind die ungebundene Tragschicht, das Bankettmaterial von der Baustelle zu entfernen. Diesen Materialien wird der Abfallschlüssel 170504 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen) zugewiesen.



7. Wiedereinbau von Aushubmassen

Beim Wiedereinbau sind die Hinweise aus Abschnitt 6 zu berücksichtigen. Wie im Abschnitt 4.4 beschrieben, stehen im Vorhabensgebiet Böden mit unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften an. Sie können hinsichtlich ihrer Wiedereinbaufähigkeit wie folgt bewertet werden (ausschließlich unter bodenmechanischem Aspekt):

Grob- bis gemischtkörnige Böden (bis ca. 15 % Feinkornanteil), wie sie teilweise durch die ungebundene Tragschicht (Schicht 1.2) und die pleistozänen Ablagerungen (Schicht 3.4) charakterisiert werden, sind nach Einstellung des entsprechenden Einbauwassergehaltes (Aus-trocknung/Wassergehaltsabsenkung bzw. Zugabe von Wasser bei zu trockenen Böden) als verdichtungsfähig einzustufen.

Bindige fein- und gemischtkörnige Böden (Feinkornanteil ca. > 25 %), wie sie teilweise durch sehr frostempfindlichen Auehm charakterisiert werden, sind i. Allg. verdich-tungsunwillig und neigen unter mechanischer Belastung vielmehr zum Aufweichen. Sie sind lediglich nach entsprechenden Maßnahmen zur Einstellung des entsprechenden Einbau-wassergehaltes verdichtungsfähig. Eine Wassergehaltsreduzierung kann z. B. durch Beimischen von Weißfeinkalk erfolgen. Dieses Verfahren ist jedoch innerhalb von Ortslagen ungeeignet. Bei Massenüberschuss ist dieser somit von der Baustelle zu entfernen (siehe Abschnitt 6.4).

Über **gemischtkörnige Böden** mit 15...25 % Feinkornanteil ist operativ zu entscheiden. Ihre Wiederverwendungsfähigkeit hängt zu großen Teilen von der Witterung im Bauzeitraum und dem natürlichen Wassergehalt ab. Eine Wassergehaltsreduzierung mittels Kalkung ist innerhalb von Ortslagen nicht geeignet, weshalb das überschüssige Material von der Baustelle zu entfernen ist.

Steine und **Blöcke** mit Kantenlängen > 10 cm und relevante anthropogene Beimengungen sind generell zu separieren. Derartige Kornfraktionen sind für einen Wiedereinbau aufgrund ihrer schlechten Verdichtbarkeit (Steine und Blöcke) bzw. wechselhaften, meist ungünstigen mechanischen und chemischen Eigenschaften (anthropogene Beimengungen) ungeeignet.



Humose, weiche bzw. breiige Böden, sind für den Erdbau nicht wiederverwendbar. Sie können nur zur Geländeregulierung in nicht belasteten Flächen eingesetzt werden. Der *Mutterboden* ist zu separieren und als solcher als oberste Schicht wieder einzubauen.

Werden für den Wiedereinbau Gütenachweise erforderlich, sind am Aushubmaterial baubegleitend einbauspezifische Parameter zu bestimmen (z. B. Kornzusammensetzung, Wassergehalt, Proctordichte) und diese den Verdichtungsvorgaben und -prüfungen zugrunde zu legen. Das Aushubmaterial ist während der Seitenablage vor relevanten Wassergehaltserhöhungen infolge Oberflächenwasserzutritt oder ähnlichem zu schützen.

8. Straßenbautechnische Folgerungen

8.1. Allgemeines

Für den grundhaften Ausbau der S 31 ist eine Querschnittsbreite von 6,50 m zwischen beidseitigen Bordanlagen zuzüglich Gehwege und Parkflächen vorgesehen. Angaben zur Bauklasse liegen nicht vor. Im Weiteren wird von der Bauklasse III und einem grundhaften Straßenausbau in Asphaltbauweise ausgegangen.

8.2. Vorhandener Oberbau

Der vorgefundene Straßenaufbau entspricht **nicht im gesamten Straßenabschnitt** den Vorgaben der RStO 01 für Bauweisen mit Asphaltdecken in Bezug auf die notwendige Dicke sowie die Ausbildung der gebundenen (Mächtigkeit 5 - 30 cm) und ungebundenen Tragschichten (Mächtigkeit 20 - 68 cm).

8.3. Untergrund

Der Untergrund besteht im Planumbereich (ca. 0,45 - 0,50 m unter Gelände) aus relativ einheitlich zusammengesetzten Böden (Schicht 2.2, untergeordnet Schicht 2.3 und 3.4). Es handelt sich um fein- und gemischtkörnige Materialien. Demzufolge wird für die Baumaßnahme eine Bemessung nach **Frostempfindlichkeitsklasse F 3 empfohlen**.



Die erforderliche Tragfähigkeit auf dem **Planum von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$** konnte in den stichprobenhaft ausgeführten Prüfungen (Tabelle 4), lediglich für die bindigen Böden nicht vollständig bestätigt werden. Die ermittelten Verformungsmoduln liegen für das Planum am oberen Ende der Erfahrungswerte. Im Folgenden werden die Erfahrungswerte der Tragfähigkeit für die im Planum erkundeten Böden aufgezeigt:

(S 2.2)	Auelehm TL / UL steif	$E_{V2} = 10 - 25 \text{ MN/m}^2$
(S 2.3)	Auesande SU / SU*	$E_{V2} = 25 - 40 \text{ MN/m}^2$
(S 3.1)	Lösssand / Sandlöss SU /SU*	$E_{V2} = 25 - 40 \text{ MN/m}^2$
(S 3.4)	fluviale Sande / Kiese (Höhere Niederterasse) SU / SW	$E_{V2} = 35 - 60 \text{ MN/m}^2$

Im Zuge des Rückbaues der überlagernden Schichten, des Einflusses von Baustellenverkehr und ungünstiger Witterung ist eine Abnahme der Tragfähigkeit der feinkörnigen bindigen und gemischtkörnigen Böden zu erwarten. Bei einer Nachverdichtung der im Planum anstehenden fein- und gemischtkörnigen Böden (Feinkornanteil $\geq 15 \%$) ist darauf zu achten, dass diese bei mechanischer Belastung zum Aufweichen neigen und somit ihre Tragfähigkeit vermindert wird. Diese Böden weisen eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Wasserzutritt durch Niederschlagsereignisse oder Frost/Tau-Wechsel auf. Wassergehaltserhöhungen bedingen i. Allg. eine rasche Verminderung der Tragfähigkeit und Scherfestigkeit (Aufweichen).

Aus diesem Grund sollten die Arbeiten bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ggf. eingestellt bzw. das Planum geschützt werden. Ein langes und ungeschütztes „Offenstehen“ sollte vermieden werden. Wir empfehlen ein abschnittsweises Arbeiten.

8.4. Baugrundverbessernde Maßnahmen

Die geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum (45 MN/m^2) kann auf den im Untersuchungsgebiet vorhandenen Böden weitestgehend erzielt werden (siehe Tabelle 4). In Bereichen mit feinkörnigen Böden sind ggf. abschnittsweise baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig.



Bodenverbesserung mit chemischen Bindemitteln

Die Bodenverbesserung dient im Verkehrswegebau zur Verbesserung der Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit sowie zur Erleichterung der Ausführung von Bauarbeiten.

Innerhalb von Ortschaften werden bodenverbessernde Maßnahmen mittels chemischer Bindemittel (z.B. Kalk) wegen Leitungen im Straßenbereich und einer erhöhten Staubbelastigung nicht empfohlen.

Bodenaustauschverfahren

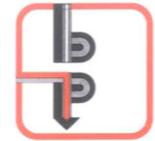
Wird ein Bodenaustausch der gering tragfähigen Schichten vorgesehen, sollte bei der weiteren Planung von einer Mächtigkeit von ca. 10 - 15 cm ausgegangen werden. Als Ersatzboden eignet sich die rückzubauende ungebundene Tragschicht. Bei einem Massendefizit ist Fremdmaterial mit den in der Tabelle 9 angegebenen Eigenschaften zu verwenden. Die Mächtigkeit des einzubauenden Ersatzbodens sollte durch ein Probefeld präzisiert werden.

Der Nachweis der Mindesttragfähigkeit ist mittels Plattendruckversuch nach DIN 18 134 an repräsentativen Punkten zu erbringen.

8.5. Bemessung des frostsicheren Oberbaues

Auf der Grundlage der in den Absätzen 8.1 bis 8.4 genannten Randbedingungen ist für die Bemessung des Oberbaus die **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** für den Untergrund als Bemessungsgrundlage anzusetzen. Die Baumaßnahme befindet sich in der **Frosteinwirkungszone II**. Der Straßenoberbau im Bereich von Planumböden der Frostempfindlichkeitsklassen F 3 wird gemäß RStO 01 nach dem Frostkriterium bemessen. Der Richtwert für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus ergibt sich z. B. bei Ansatz der **Bauklasse III** mit mindestens 60 cm.

Zusätzlich sind infolge der örtlichen Verhältnisse Mehr- oder Minderdicken zu berücksichtigen. Entsprechend der Lage der Gradienten (Einschnitt, Damm, geschlossene Ortslage) muss der frostsichere Gesamtaufbau erhöht bzw. abgemindert werden. Einfluss auf die Mächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaus hat auch der Grundwasserflurabstand. Nach



der ZTVE StB 94 liegen ungünstige Wasserverhältnisse vor, wenn
„Grundwasser während der Frostperiode dauernd oder nur zeitweise höher als 2 m unter
Planum vorkommt, ...“

In den Aufschlüssen wurde kein Grundwasser angetroffen.

Tabelle 14: Mehr- und Minderdicken infolge der örtlichen Verhältnisse nach RStO 01

<i>Örtliche Verhältnisse</i>	<i>Bauklasse III</i>
Ausgangswert für F 3	60 cm
Mehr- Minderdicke	
A) Frosteinwirkung:	+ 5 cm
B) Lage der Gradienten:	+ 0 cm
C) Wasserverhältnisse:	± 0 cm
D) Ausführung der Randbereiche:	± 0 cm
Σ:	+ 65 cm

Die Bemessung ist als **Empfehlung** zu werten und kann planungsseitig im Hinblick auf Mehr- oder Minderdicken und die Wahl der Bauklasse präzisiert werden. Insbesondere bei Ausführung der qualifizierten Bodenverbesserung sollte der Ausgangswert auf 50 cm angepasst werden. Die Bauweise ist entsprechend den Tafeln 1 bis 3 der RStO 01 zu wählen.

Oberbaukonstruktion:

Für die Ausführung der Frostschutz- und Schottertragschichten gelten die Anforderungen gemäß ZTVT-StB 95 bzw. TL SoB-StB 04. Bei der Dimensionierung der Schichten des ungebundenen Oberbaus ist außerdem einer tragfähigkeits- bzw. materialgerechten Schichtdicke Rechnung zu tragen. Daraus folgt, dass ggf. eine Erhöhung der sich aus dem Frostsicherheitskriterium ergebenden Oberbaudicke erforderlich ist, um die nach RStO 01 /15/ notwendigen Tragfähigkeiten auf der Frostschutzschicht bzw. der Tragschicht (Kies- oder Schottertragschicht) zu erreichen. Auf die Tabelle 8 der RStO 01 sowie die ZTV T-StB 95 wird verwiesen.



8.6. Entwässerung

Aufgrund der Lage des Ausbauabschnitts in einem Gebiet mit teilweise sehr frostempfindlichem Planum sollten Längsentwässerungen angeordnet werden. Das Planum ist bei wasserempfindlichen und nicht mit Bindemitteln verbesserten bzw. verfestigten Böden mit einer Querneigung $\geq 4\%$ anzulegen. Bodenaustauschpakete sind ebenfalls zu dränieren, um Wasseransammlungen und späteres Aufweichen zu unterbinden.

Bezüglich Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden siehe Abschnitt 4.5.

9. Schlussbemerkungen

Für das Bauvorhaben des grundhaften Ausbaus der S 31 in Borna/Schönnewitz wurden durch die IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Baugrunderkundungen und Laborversuche durchgeführt. Anhand der Untersuchungsergebnisse wurde das vorliegende Gutachten ausgearbeitet.

Aus geotechnischer Sicht besteht keine Bedenken gegen die Baumaßnahme. Bei der Durchführung der Arbeiten sind die Anforderungen der ZTVE-StB 94, ZTVT-StB 95, sowie der jeweiligen Normen (z.B. DIN 4123, DIN 4124 usw.), Vorschriften und Richtlinien, zu beachten.

Sollten beim großflächigen Aufschluss während der Bauarbeiten andere Untergrundverhältnisse als die dem Baugrundgutachten zugrundeliegenden festgestellt werden, ist unser Institut sofort zu verständigen, um Auswirkungen auf die im Gutachten genannten Empfehlungen überprüfen und gegebenenfalls ergänzen zu können. Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

Freiberg, den 23. 07. 2008
Brander Straße 9
09599 Freiberg


Dr. Kaubisch

Geschäftsführer


Dipl.-Geol. Geißler

Projektbearbeiterin