

B a u g r u n d g u t a c h t e n

Auftragsnummer: 071390

Bauvorhaben: L 33, vierstreifiger Ausbau Hönow - Landesgrenze

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg
NL Ost

Müllroser Chaussee 51

15236 Frankfurt/ Oder

Dr.-Ing. Tischer

Schöneiche, 15.06.2007

Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Unterlagen (U)	4
Anlagen (A)	5
1. Erläuterungen	6
1.1 Bauvorhaben	6
1.2 Geotechnische Kategorie	6
1.3 Vorgenommene geotechnische Untersuchungen	7
2. Untersuchungsergebnisse	9
2.1 Morphologie und sonstige örtliche Gegebenheiten	9
2.2 Gradiente und Oberbaukonstruktion der bestehenden L 33	9
2.3 Ergebnisse von Asphaltuntersuchungen	10
2.2 Baugrundmodell	11
2.2.1 Geologische Verhältnisse und Baugrundsichtung	11
2.2.2 Eigenschaften der Baugrundsichten	12
2.2.3 Ergebnisse von Altlastenuntersuchungen nach LAGA	15
2.2.4 Hydrologische Verhältnisse	15
3. Gründungstechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen für bautechnische Maßnahmen	16
3.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse	16
3.2 Gründungsvorschläge	17
3.3 Erdbau	18
3.4 Grundlagen für die Bemessung der Konstruktionsschichten nach RStO	19
3.4.1 Frostverhalten des Untergrundes	19
3.4.2 Hydrologische Verhältnisse gemäß ZTVE-StB	19

3.4.3	Vorhandene / zu erreichende Verdichtung des Untergrundes	19
3.5	Versickerung anfallender Oberflächenwässer/ Entwässerungsmöglichkeiten	19
3.6	Baugrundkennwerte	20
4.	Zusätzliche Hinweise	21

Unterlagen (U)**U 1 Vertragsunterlagen**

- U 1.1 Vertrag zur Baugrunduntersuchung zwischen dem Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg (AG) und dem Ing.büro für Geotechnik Dr. Tischer & Partner (AN) vom 18./ 24.05.2007
- U 1.2 Angebot zur Baugrunduntersuchung vom 10.04.2007
- U 1.3 Schreiben des AN vom 07.06.2007 zu Veränderungen beim Leistungsumfang; Schreiben des AG vom 12.06.2007

U 2 Planunterlagen

- U 2.1 Übersichtslageplan „L 33 vierstreifiger Ausbau Hönow – Landesgrenze“, M 1:10.000, erstellt durch das Planungsbüro Krebs & Kiefer (K&K)
- U 2.2 Lagepläne (digital) mit Eintragung der vorhandenen und der geplanten L 33, der vorgesehenen Rad- und Gehwege sowie mit Höhenangaben, erhalten von K&K am 09.05.2007
- U 2.3 Angaben zur vorhandenen Gradienten, erhalten von K&K am 08.06.2007

U 3 Topografische, geologische und hydrologische Karten, Gutachten

- U 3.1 Topografische Karte Nr. 3447 (Friedrichsfelde), M 1:25.000, o. D.
- U 3.2 Topografische Karte Nr. N-33-124-A-d-1 (0809-141, Hönow), M 1:10.000, Ausg. 1988
- U 3.3 Topografische Karte N-33-124-A-c-2 (0809-132, Berlin - Marzahn), M 1:10.000, Ausg. 1994
- U 3.4 Topografische Karte 3447 SO (Berlin - Hellersdorf), M 1:10 000, Ausg. 1994
- U 3.5 Geologische Karte Nr. 3447 (Friedrichsfelde), M 1:25 000, Ausg. 1937
- U 3.6 Hydrogeologische Übersichtskarte Nr. N 33-XXXII (Berlin), M 1:200 000, Ausg. 1969
- U 3.7 Karte der Hydroisohypsen Nr. 0809-1/2 (Berlin NO/ Strausberg), M 1:50 000, Ausg. 1984
- U 3.8 Baugrundgutachten „Ausbau L 33, Abschnitt BAB A 10 (AS Marzahn) bis Hönow“ Nr. 02546 vom 12.07.2002

U 4 Dokumentationen zu Felduntersuchungen und Laborprüfungen

- U 4.1 Aktenvermerke zu Ortsbegehungen am 05.04., 22.05., 01.06., 05.06., 06.06. und 12.06.2007
- U 4.2 Dokumentation zur Absteckung sowie lage- und höhenmäßigen Einmessung der Aufschlussansatzpunkte am 21.05., 01.06. und 06.06.2007

- U 4.3 Dokumentation zur Ausführung der Sondierbohrungen SB 1 bis SB 36 sowie SB 5.1, SB 5.2, SB 34.1 und SB 34.2 im Zeitraum 22.05. – 12.06.2007
- U 4.4 Dokumentation zur Ausführung der Kernbohrungen KB 8, KB 17, KB 27 und KB 36 in der vorhandenen Fahrbahn am 05.06. und 06.06.2007
- U 4.5 Laborprüfungen, ausgeführt im Juni 2007

KenngroÙe	Vorschrift	Anzahl
Korngrößenverteilungen (Siebungen)	DIN 18123	4
Korngrößenverteilungen (komb. Sieb-/Schlámmanalyse)	DIN 18123	5
Wassergehalt	DIN 18121	4
Glühverlust	DIN 18128	2
Pechhaltigkeit (Ausbauasphalt)	BTR RC-StB	6
Altlastenuntersuchung (Tragschichtmaterial)	LAGA	1

Anlagen (A)

- A 0 Übersichtslageplan, M 1:10.000
- A 1 Lage- und Aufschlusspläne (7 Blatt), M 1:1.000
- Bl. 1 SB 1 bis SB 7, SB 5.1, SB 5.2
 - Bl. 2 SB 6 bis SB 11, KB/SB 8
 - Bl. 3 SB 12 bis SB 16, KB/SB 17
 - Bl. 4 SB 18 bis SB 21
 - Bl. 5 SB 23 bis SB 26, KB/ SB 27
 - Bl. 6 SB 28 bis SB 32
 - Bl. 7 SB 33 bis SB 35, SB 34, SB 34.1, KB/SB 36
- A 2 Aufschlussprofile (5 Blatt), M 1:100/ 50
- Bl. 1 SB 1 ... SB 7, KB/SB 8, SB 9 ... SB 14
 - Bl. 2 SB 15, SB 16, KB/SB 17, SB 18, SB 19
 - Bl. 3 SB 20 ... SB 25
 - Bl. 4 SB 26, KB/SB 27, SB 28 ... KB/SB 36
 - Bl. 5 SB 5.1, SB 5.2, SB 34.1, SB 34.2
- A 3 Legende

- A 4 Erdstoffphysikalische Laborprüfergebnisse
 - Bl. 1 bis 9 Körnungslinien
 - Bl. 10 Auflistung erdstoffphysikalischer Prüfergebnisse (Korngrößen, Glühverluste)
 - Bl. 11 Ergebnisse von Wassergehaltsermittlungen
- A 5 Bl. 1 bis 7 Ergebnisse von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen nach BTR RC-StB an Ausbauasphalt
- A 6 Bl. 1 bis 3 Ergebnisse von Bodenuntersuchungen (Tragschichtmaterial) zur Wiederverwendbarkeit nach LAGA

1. Erläuterungen

1.1 Bauvorhaben

Seitens des Landesbetriebes Straßenwesen Brandenburg ist der Ausbau der L 33 auf einem ca. 2,4 m langen Abschnitt zwischen der Stendaler Straße (Berlin – Hellersdorf) und der Berliner Straße in Hönow (ca. 100 m westlich der Kreuzung Dorfstraße) vorgesehen – siehe Anlage A 0. Die neue Straße soll der Bauklasse I entsprechen, in Asphaltbauweise mit einem Regelquerschnitt RQ 26 (vierstreifig) ausgeführt werden und beidseitig einen Rad- und Gehweg erhalten.

Während im Bereich km 0+000 bis km 0+100 sowohl die geplante nördliche als auch die südliche Richtungsfahrbahn innerhalb der bisherigen Verkehrsflächen angeordnet werden, liegt im Regelfall die südliche Richtungsfahrbahn im Grundriss der jetzigen Straße. Ausgenommen hiervon sind Teilabschnitte mit nördlich vorhandener Bebauung (bis km 0+300 sowie zwischen km 1+600 und km 2+400).

Die Rad- und Gehwege verlaufen zumeist etwa 2 m neben den äußeren Fahrstreifen. Bis km 1+400 beläuft sich der seitliche Abstand des südlichen Rad-/ Gehweges auf bis zu 10 m.

Alter und neuer Trassenverlauf sind aus A 1 ersichtlich.

Angaben zur geplanten Gradientenführung lagen zum Untersuchungszeitpunkt nicht vor; es wird davon ausgegangen, dass diese in etwa der bestehenden Straße entspricht.

1.2 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung vorliegender Erkenntnisse (U 3.5, U 3.6) zur generellen Baugrundsituation und vorhandener regionaler Erfahrungen (U 3.8) wurde das Bauvorhaben der geotechnischen Kategorie 2 nach DIN 4020 zugeordnet.

1.3 Vorgenommene geotechnische Untersuchungen

Die Ausführung von Sondierbohrungen (SB) erfolgte im Regelabstand von 100 m, überwiegend beidseitig der neuen Trassenführung, z. T. nur in Trassenachse.

Auftragsgemäß wurde die vorhandene Fahrbahn an 4 Stellen (KB/SB 8, 17, 27, 36) durchkernt und der Konstruktionsaufbau der Straße sowie die Untergrundschichtung ermittelt.

Im Bereich querender holozäner Niederungen (bei km 0+200 und km 2+230) kamen zusätzliche Sondierungen zur Ausführung, um die eventuelle Verbreitung schlecht tragfähiger (organischer) Böden nachzuweisen.

Die Aufschlusstiefe betrug i. d. R. 3 m. Sämtliche Sondierbohrungen wurden in der Örtlichkeit lage- sowie höhenmäßig eingemessen und die Koordinaten der Ansatzpunkte aus U 2.2 abgegriffen – eine Übersicht liefert die nachstehende Tabelle.

Aufschluss	Bau-km	Koordinaten (Sys. 42/83)		Lage zur derzeitigen L 33
		Rechtswert	Hochwert	
SB 1	0+040	5405440	5825222	vorh. Mittelstreifen
SB 2	0+140	5405541	5825210	1 m nördlich
SB 3	0+140	5405531	5825179	23 m südlich
SB 4	0+240	5405637	5825184	1 m nördlich
SB 5	0+240	5405632	5825164	11 m südlich
SB 5.1	0+192	5405586	5825178	10 m südlich
SB 5.2	0+200	5405590	5825163	23 m südlich
SB 6	0+340	5405733	5825156	4 m nördlich
SB 7	0+340	5405727	5825134	11 m südlich
KB/SB 8	0+440	5405827	5825119	in südlicher Fahrbahn
SB 9	0+540	5405919	5825080	10 m südlich
SB 10	0+540	5405926	5825105	10 m nördlich
SB 11	0+640	5406017	5825060	1 m südlich
SB 12	0+740	5406119	5825049	10 m nördlich
SB 13	0+732	5406103	5825027	8 m südlich
SB 14	0+840	5406210	5825004	1 m südlich
SB 15	0+940	5406303	5824968	9 m südlich
SB 16	0+940	5406311	5824992	10 m nördlich
KB/SB 17	1+040	5406403	5824949	in südlicher Fahrbahn

Aufschluss	Bau-km	Koordinaten (Sys. 42/83)		Lage zur derzeitigen L 33
		Rechtswert	Hochwert	
SB 18	1+140	5406504	5824947	11 m nördlich
SB 19	1+128	5406488	5824924	7 m südlich
SB 20	1+240	5406603	5824932	11 m nördlich
SB 21	1+340	5406698	5824892	6 m südlich
SB 22	1+340	5406701	5824917	11 m nördlich
SB 23	1+440	5406798	5824882	1 m südlich
SB 24	1+540	5406899	5824883	8 m nördlich
SB 25	1+540	5406895	5824864	3 m südlich
SB 26	1+640	5406993	5824846	5 m südlich
KB/SB 27	1+740	5407094	5824837	in südlicher Fahrbahn
SB 28	1+840	5407196	5824829	1 m nördlich
SB 29	1+840	5407191	5824814	7 m südlich
SB 30	1+940	5407291	5824805	1 m südlich
SB 31	2+040	5407389	5824783	7 m südlich
SB 32	2+040	5407391	5824798	1 m nördlich
SB 33	2+140	5407485	5824756	1 m nördlich
SB 34	2+240	5407566	5824695	10 m südlich
SB 34.1	2+226	5407554	5824700	10 m südlich
SB 34.2	2+228	5407561	5824724	1 m nördlich
SB 35	2+340	5407667	5824679	21 m südlich
KB/SB 36	2+340	5407667	5824700	1 m nördlich

Die Darstellung der Sondierergebnisse erfolgte mittels höhenmaßstäblich angeordneter Einzelprofile in Anlage 2, ohne Ausweisung durchgehender Schichtgrenze. Zur besseren Veranschaulichung wurde an den Untersuchungspunkten zusätzlich die Gradienten der vorhandenen Straße eingetragen.

Die Ermittlung von Korngrößenverteilungen, Wassergehalten sowie organischen Anteilen erfolgte laborativ an ausgewählten Erdstoffproben (U 4.4).

In Abständen von 600 m bzw. 700 m wurden an insgesamt 4 Stellen aus der bestehenden Fahrbahn Asphaltproben entnommen und auf Pechhaltigkeit untersucht. In einem Fall wurde eine Erdstoffprobe (Tragschichtmaterial) bezüglich Altlasten analysiert.

2. Untersuchungsergebnisse

2.1 Morphologie und sonstige örtliche Gegebenheiten

Das im geplanten Trassenbereich vorhandene Gelände ist flachwellig ausgebildet und weist Höhen zwischen 55 ... 65 m HN auf.

Beginnend ab Stendaler Straße (ca. 60 m HN) fällt die Geländeoberfläche ein und erreicht etwa zwischen km 0+180 ... 0+360 mit 55 m HN (Niederung südlich der vorhandenen L 33) seinen Tiefpunkt. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch das Gelände nördlich der L 33, etwa bis km 0+250, ehemals tiefer lag und im Zusammenhang mit dem Bau der hier befindlichen Tankstelle aufgefüllt worden ist.

Im Anschluss daran sind Geländehöhen von 56 ... 57 m HN maßgebend. Ab km 0+950 steigt das Gelände kontinuierlich an, weist bei km 1+400 Höhen um 65 m HN auf und fällt dann im Bereich einer zweiten querenden Niederung, bei km 2+230, auf 57 m HN ab. Bis zum Bauende sind dann Geländehöhen von 58 ... 58,5 m HN zu verzeichnen.

Neben der vorhandenen Fahrbahn werden durch die neue Trassierung Flächen beidseitig der Straße beaufschlagt, die mehr oder weniger dicht mit Bäumen und Büschen bewachsen sind. Diese Gehölzstreifen reichen bis km 1+730 (nördlich) bzw. 2+000 (südlich). Teilweise liegt der nördliche Geh-/ Radweg im Randbereich landwirtschaftlich genutzter Flächen (Ackerland).

Im Anschluss an die v. g. Kilometrierungen folgen bis zum Bauende ein nördlich angelegter, betonbefestigter Gehweg und Wiesenland (südlich).

2.2 Gradienten und Oberbaukonstruktion der bestehenden L 33

Die Gradientenführung der L 33 folgt im Regelfall dem umgebenden Gelände. Lediglich zwischen km 0+180 und 0+380 (südliche Seite) liegt die OK Straße in leichter Dammlage (bis 1,6 m über dem angrenzenden Gelände) vor.

Bis auf einen ca. 100 m langen Abschnitt (ab Bauanfang) der südlichen Fahrbahn (betonbefestigt) verfügt die derzeitige L 33 durchgängig über eine Asphaltdecke.

Zur stichprobenartigen Überprüfung des vorhandenen Straßenaufbaus wurden an 4 Stellen Kernbohrungen/ Sondierbohrungen (KB/SB) ausgeführt. Diese weisen im Regelfall (außer LB/SB 17) als Befestigung Asphalt über Beton aus:

KB/SB	Bau-km	Dicke Asphalt	Dicke Beton	Mineralische Tragschicht/ Frostschuttschicht
8	0+440	17 cm	33 cm	nicht vorhanden
17	1+040	18 cm + 48 cm	-	nicht vorhanden
27	1+740	13 cm + 12 cm	27 cm	nicht vorhanden
36	2+340	13 cm	27 cm	30 cm, Mittel-/ Grobsand

Die erhaltenen Ergebnisse lassen u. E. folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die L 33 besaß ehemals eine Betondecke ($D \approx 25 \dots 30$ cm) und wurde zu einem späteren Zeitpunkt mit einer Asphaltbefestigung ($D \approx 13 \dots 18$ cm) versehen
- Das Vorhandensein von zwei Asphaltsschichten im Bereich KB/SB 17 und KB/SB 27 weist auf örtlich vorgenommene Ausbesserungen an der Betonfahrbahn hin.
- Mit Ausnahme des Aufschlusses KB/SB 36 konnte keine mineralische Tragschicht/ Frostschuttschicht nachgewiesen werden.

2.3 Ergebnisse von Asphaltuntersuchungen

Entsprechend U 1.1 und U 1.2 waren an 4 Asphaltproben Untersuchungen zur Pechhaltigkeit auszuführen. Da im Bereich KB/SB 17 und KB/SB 27 jeweils zwei Asphaltsschichten festgestellt wurden, erfolgten die entsprechenden Untersuchungen an 6 Proben.

Grundlage der durch das akkreditierte Labor AZBA vorgenommenen analytischen Prüfungen bildeten die Brandenburgischen Technischen Richtlinien für die Herstellung, Prüfung, Auslieferung und den Einbau von Recyclingbaustoffen im Straßenbau (BTR RC-StB).

Es wurden folgende Anteile an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Phenol festgestellt:

Probe		PAK [mg/ kg]	Phenolindex [$\mu\text{g/ l}$]
KB/SB 8	0 – 0,17 m	< BG*	< 10
KB/SB 17	0 – 0,18 m	< BG	< 10
KB/SB 17	0,18 – 0,64 m	< BG	28,5
KB/SB 27	0 – 0,13 m	< BG	< 10
KB/SB 27	0,13 – 0,25 m	< BG	15
KB/SB 36	0 – 0,13 m	0,6	< 10

* BG = Bestimmungsgrenze

Sämtliche untersuchte Asphaltproben sind somit als nicht pechhaltig einzustufen und nach BTL Ausbausphal dem Wiederverwendungsbereich 1 zuzuordnen.

Einzelheiten zu den Prüfergebnissen können der Anlage A 5 entnommen werden.

2.2 Baugrundmodell

2.2.1 Geologische Verhältnisse und Baugrundsichtung

Im Bereich Berlin – Hellersdorf/ Hönow verläuft die Trasse der L 33 auf der im Pleistozän geprägten Barnim – Hochfläche. Für diese Grundmoränenplatte ist das Anstehen von gering mächtigen Decksanden über bis in Tiefen > 20 m lagerndem Geschiebelehm und –mergel charakteristisch.

Nach Auswertung der entsprechend U 4.3 vorgenommenen Aufschlussarbeiten liegen in dem untersuchten Trassenabschnitt folgende Untergrundverhältnisse vor:

Als oberste Bodenschicht wurde in nahezu allen Aufschlüssen Auffüllung angetroffen. Dabei handelt es sich meist um mehr oder weniger schluffige Sande, die insbesondere in den oberen 20 ... 40 cm geringe organische Beimengungen aufweisen. Häufig wurden auch Auffüllungen als toniger Sand/ sandiger Ton (anthropogen umgelagerter Geschiebelehm und –mergel) festgestellt. Eingelagerte Fremdbestandteile, wie Splitt, Schotter oder Bau-schutt (Beton-, Ziegel- und Mörtelreste) traten im Regelfall untergeordnet, oberflächennah und vorwiegend in unmittelbarer Nähe zur vorhandenen Straße auf. Lediglich bei SB 34.1 sind innerhalb des oberen Meters größere Betonstücke und Ziegelschutt vorgefunden worden.

Die festgestellten Auffüllungsmächtigkeiten lagen meist bei < 1 m; örtlich (KB/SB 17, SB 31, SB 32, SB 34.1) traten auch Auffüllungen bis 1,5 ... 2,0 m unter Gelände auf.

Unterhalb der Aufschüttungen folgen entsprechend dem geologischen Erwartungsprofil häufig Decksande (Fein- und Mittelsande), die nahezu ausnahmslos Schluffanteile enthalten. Die Sande reichen meist bis in Tiefen von 0,5 ... 1,5 m unter OK Gelände, selten (KB/SB 17, SB 18, SB 34 ... SB 36) bis > 3 m unter Flur und sind dann nahezu schlufffrei ausgebildet.

Im Liegenden v. g. Sande bzw. in einem Teil der Aufschlüsse (bis ca. Bau-km 0+500, zwischen Bau-km 1+400 und 2+200) unmittelbar der Auffüllung folgend, stehen Geschiebelehm und -mergel (sandiger bis stark sandiger Ton) an. Teilweise (SB 10, SB 14, SB 16, SB 19, SB 30, SB 33) wurden innerhalb des Lehmes/ Mergels zwischengelagerte Sande nachgewiesen.

Abweichend von den beschriebenen Verhältnissen gestaltet sich die Baugrundsituation im Bereich der die Trasse bei km 0+200 und km 2+230 querenden Grabenniederungen. Die hier niedergebrachten Sondierungen SB 4, SB 5, SB 5.1 und SB 5.2 weisen unterhalb von Auffüllungen bzw. unmittelbar ab OK Gelände (SB 5.2) holozäne Sedimente in Form gering organisch durchsetzter Sande und/ oder Ton bis z. T. > 2 m Tiefe reichend aus. Auch mittels der Baugrundaufschlüsse SB 34, SB 34.1 und SB 34.2 wurden in unmittelbarer Grabennähe Sand/ Ton mit organischen Beimengungen und eine mehrere Dezimeter starke Schluffmuddeschicht (bei SB 34.2, ca. 2 m unter Straßenniveau) festgestellt.

Einzelheiten zur Lage und Höhe der Aufschlussansatzpunkte sowie zu den bei den Aufschlussarbeiten angetroffenen Schichtgrenzen sind aus den Anlagen A 1 (Lage- und Aufschlusspläne) bzw. A 2 (Aufschlussprofile) zu ersehen. Erläuterungen zu den dabei verwendeten Kurzzeichen, Farben, Symbolen und Signaturen gehen aus A 3 (Legende) hervor.

2.2.2 Eigenschaften der Baugrundsichten

Auf der Grundlage der vorgenommenen Aufschlussarbeiten und Laborprüfungen werden den im baupraktisch relevanten Tiefenbereich anstehenden Erdstoffen die im Folgenden aufgeführten wesentlichen Merkmale und Eigenschaften zugeordnet:

Schicht:	<u>mineralische Auffüllungen (A)</u>
Bodenarten nach DIN 4022:	fS ... mS, fs ... gS+fG, mg; örtlich x bzw. Splitt, Schotter, Beton-, Ziegelreste u. dgl. enthaltend; u' ... u*, z. T. t' bzw. Toneinlagerungen enthaltend bzw. T, s*; oftmals o'' ... o*. obere 10 bis 30 cm teilweise durchwurzelt

Bodengruppen nach DIN 18196:	[SE-GE, SU, SU*, SU*-ST*, SU-OH, OH-SU, SU*-OH, OH-SU*, ST*-OH, OH]
organische Anteile:	3 ... 5% [OH, OH-SU, OH-SU*], ansonsten < 3%
Frostverhalten nach ZTVE-StB:	sowohl gering bis mittel frostempfindlich – F 2 [SU, SU-OH, OH-SU, OH], als auch sehr frostempfindlich F 3 [SU*, SU*-ST*, SU*-OH, OH-SU*, ST*-OH], nur punktuell nicht frostempfindlich – F 1 [SE-GE]
Lagerungsdichte:	meist locker ($D < 0,20$), z. T. locker bis mitteldicht ($D \approx 0,30$)
Durchlässigkeit:	$k_f \approx 5 \times 10^{-4}$ m/s [SE-GE] ... 1×10^{-5} m/s [SU] ... $< 1 \times 10^{-6}$ m/s [SU*-ST*, ST*-OH]
Bodenklassen nach DIN 18 300:	Bkl. 3 [SE-GE, SU, SU-OH, OH], ansonsten Bkl. 4
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB:	V 1 [SE-GE, SU, SU-OH] bzw. V 2 [SU*, SU*-OH, ST*]
Schicht:	<u>Sande</u>
Bodenarten:	fS ... mS, fs*, gs' ... mS, gs, fs'; z. T. g' bzw. g; u' ... u*, z. T. t' bzw. Toneinlagerungen enthaltend; oberflächennah mitunter o''
Bodengruppen:	SE, SU, SU*, ST*
organische Anteile:	< 1%
Ungleichförmigkeit:	meist $U > 6$ (SU*, ST*), z. T. $U \approx 6 \dots 2$ (SU ... SE)
Frostverhalten:	meist sehr frostempfindlich – F 3 (SU*, ST*), teilweise nicht frostempfindlich – F 1 (SE, SU)
Lagerungsdichte:	i. d. R. locker bis mitteldicht ($D \approx 0,30$), örtlich mitteldicht bis dicht ($D > 0,30$)
Durchlässigkeit:	$k_f \approx 2,5 \times 10^{-4} \dots 5 \times 10^{-5}$ m/s (SE) $k_f \approx 1 \times 10^{-5} \dots 1 \times 10^{-6}$ m/s (SU ... SU*) $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s (ST*)
Bodenklassen:	Bkl. 3 (SE, SU), Bkl. 4 (SU*, ST*)
Verdichtbarkeitsklassen:	V 1 (SE, SU), V 2 (SU*, ST*)

Schicht:	<u>Geschiebelehm und –mergel (Lg/ Mg)</u>
Bodenarten:	T, s* bzw. fS, ms, u*, t'; z. T. g' bzw. g und x' bzw. x
Bodengruppen:	TL, ST*, SU*-ST*
Frostverhalten:	sehr frostempfindlich – F 3
Wassergehalte:	w ≈ 9,6 ... 13% (ermittelt)
Plastizität:	gering ($I_p \leq 0,10$)
Konsistenz:	i. d. R. steif (z. T. halbfest) $I_c \geq 0,75$, lediglich bei Vorhandensein von Schichten- oder Grundwasser weich ($I_c \geq 0,50$)
Durchlässigkeit:	$k_f \approx 1 \times 10^{-7} \dots 1 \times 10^{-9}$ m m/s
Bodenklassen:	Bkl. 4
Verdichtbarkeitsklassen:	V 3 (TL), V 2 (SU*-ST*, ST*)

Schicht:	<u>holozäne Sedimente (im Bereich von Grabenniederungen)</u>
Bodenarten:	fS, u', o, fS, ms' ... ms, o' bzw. organische Einlagerungen/ Schlieren; fS, ms, u*, t', o'' bzw. o'; T, s, o'' bzw. o'; U, s, o*; F (U-Mudde)
Bodengruppen:	SU*-ST*, OH-SU, ST*-OH, ST*-OT, TL-OT, OU, F
organische Anteile:	0 ... ca. 30% (F)
Frostverhalten:	mittel bis sehr frostempfindlich – F 2/ F 3
Lagerungsdichte (Sande):	locker, z. T. locker bis mitteldicht ($D \leq 0,30$)
Konsistenz (Ton):	weich bzw. weich bis steif ($I_c \approx 0,50 \dots 0,75$)
Durchlässigkeit:	$k_f \approx 5 \times 10^{-6}$ m/s (Sande) ... $< 1 \times 10^{-7}$ m/s (Ton, Mudde)
Bodenklassen:	Bkl. 4 (Sande, schluffig – tonig, Ton), Bkl. 3 (gering schluffige Sande)

Untersuchungsergebnisse von an ausgewählten Bodenproben vorgenommenen bodenphysikalischen Laborprüfungen (Ermittlung von Korngrößenverteilungen, Wassergehalten und organischen Anteilen) können A 4 entnommen werden.

Bis auf die in Auffüllungen enthaltenen Bauschuttanteile ergaben sich bei der organoleptischen Aufnahme der Erdstoffproben keine Hinweise auf eventuelle Kontaminationen.

2.2.3 Ergebnisse von Altlastenuntersuchungen nach LAGA

Aus dem Aufschluss KB/SB 36 wurde unterhalb der Befestigung (Asphalt über Beton) aus dem Tiefenintervall 0,40 ... 0,70 m eine Probe des vorhandenen Tragschichtmaterials entnommen und entsprechend dem LAGA – Mindestuntersuchungsprogramm (zzgl. TOC) für Böden mit < 10% Fremdbestandteile analysiert. Nach den in Anlage A 6 aufgelisteten Prüfergebnissen hält der untersuchte Erdstoff die Zuordnungswerte Z 1.2 der LAGA ein. Maßgebender Parameter für die v. g. Einordnung ist der im Eluat festgestellte Sulfatgehalt von 23 mg/l.

Da an weiteren Untersuchungsstellen (KB/SB 8, KB/SB 17, KB/SB 27) kein mineralisches Tragschichtmaterial vorgefunden wurde, wurde auf weitere Untersuchungen verzichtet. Zusätzlich kamen Untersuchungen zur Feststellung der Wiederverwendbarkeit als RC - Material der ehemaligen Straßenbefestigung (Beton) zur Ausführung, deren Ergebnisse in einem Nachtrag zum Baugrundgutachten ausgeliefert werden.

2.2.4 Hydrologische Verhältnisse

Den Hauptgrundwasserleiter des Untersuchungsgebietes stellen in größerer Tiefe unterhalb des Geschiebemergelkomplexes anstehende Schmelzwassersande dar. Der mittlere Grundwasserstand (Druckhöhe) im Bereich des untersuchten Trassenabschnitts beläuft sich nach U 3.7 auf ungefähr 52,8 ... 48,5 m NN, wobei ein deutliches Gefälle in südwestliche Richtung zu verzeichnen ist. Für die geplante Straßenbaumaßnahme besitzt dieses Grundwasserstockwerk keine Bedeutung. Maßgeblich werden die hydrologischen Verhältnisse vielmehr vom örtlichen Vorhandensein eines sich über dem Geschiebelehm/ -mergel ausbildenden oberen Grundwasserleiters beeinflusst. Insbesondere dort, wo die Decksande größere Mächtigkeiten/ Verbreitungen finden und mit umliegenden Oberflächengewässern (die Trasse bei etwa km 0+200 bzw. km 2+230 querende und im weiteren südlich/ parallel zur L 33 verlaufende Teich-/ Pfuhl-Kette sowie der Haussee in Hönow – siehe A 0) hydraulisch in Verbindung stehen, kann oberes („schwebendes“) Grundwasser auftreten. Solches wurde bei den Sondierarbeiten im Mai/ Juni 2007 im Bereich SB 5, lediglich 25 cm unter Flur, d. h. bei 54,88 m HN angetroffen. Bei den in der Nähe ausgeführten Sondierungen SB 5.1 und SB 5.2 wurde Wasser bei 0,8 m bzw. 0,95 m unter Flur festgestellt (55,09/ 54,74 m HN). Großflächiger Schilfbewuchs in der Umgebung von SB 5.2 weist auf einen ständigen oberflächennahen Grundwasserspiegel hin.

Im Bereich der Grabenquerung bei km 2+230 wurde am 01.06.2007 der Grabenwasserstand in Höhe 55,74 m HN ermittelt. Die in Grabennähe abgeteuften Sondierbohrungen SB 34, SB 34.1, SB 34.2, SB 35 und KB/SB 36 wiesen oberes Grundwasser zwischen 55,58 m HN (SB 34.2) und 56,38 m HN (KB/SB 36) aus.

Langzeitliche Grundwasserstandsmessungen liegen für den oberen Grundwasserleiter nicht vor, so dass sich das Schwankungsverhalten lediglich grob einschätzen lässt: Im Bereich SB 5/ SB 7 sollte davon ausgegangen werden, dass das Wasser zeitweilig bis über

OK Gelände ansteigen kann (max. ca. 55,5 m HN), während zwischen SB 34 und SB 36 Maximalwasserstände von etwa 56,8 ... 57,3 m HN zu erwarten sind.

Neben dem oberen Grundwasser sind örtlich auch zeitweilige Stau- bzw. Schichtenwasserbildungen oberhalb des gering durchlässigen Geschiebelehm/ -mergels bzw. in zwischengelagerten Sandschichten oder -linsen möglich, wie in SB 1 (bei – 2,8 m), SB 4 (– 1,2 m), SB 14 (– 1,4 m) angetroffen. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass lokal (SB 1, SB 4) Verbindungen zum oberen Grundwasserleiter bestehen.

Dort, wo sandige Deckschichten (Sandauffüllungen, Decksande) mit 1 m Schichtmächtigkeit über dem Geschiebelehm/ -mergel anstehen, sind Stauwasserbildungen bis ca. 0,5 m unter OK Gelände denkbar.

Zum Untersuchungszeitpunkt wurde in der Mehrzahl der Aufschlüsse weder Grundwasser noch Stau- oder Schichtenwasser angetroffen.

3. Gründungstechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen für bautechnische Maßnahmen

3.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Bezüglich der Tragfähigkeit sind die bei der Baugrunduntersuchung angetroffenen Bodenschichten wie folgt einzustufen:

- | | |
|---|---|
| Auffüllungen | - nach Abtrag der obersten (durchwurzelt und organisch durchsetzten) Lage von i. M. 0,3 m Dicke und Verdichtung der verbleibenden Restauffüllung ausreichend tragfähig, jedoch aufgrund von Schluff- oder Tonanteilen witterungsempfindlich |
| Decksande, ein- und zwischengelagerte Sande | - nach entsprechender Planumsverdichtung gut tragfähig, witterungsempfindlich (meist schluffig ausgebildet) |
| Geschiebelehm/ -mergel | - grundsätzlich tragfähig, jedoch extrem wasser-/ witterungsempfindlich |
| holozäne Sedimente | - bis auf organischen Boden (Mudde) grundsätzlich tragfähig, jedoch meist aufgeweicht (Grundwasser-einfluss) |

3.2 Gründungsvorschläge

Straße

Seitens des Bodengutachters wird davon ausgegangen, dass die Gradientenführung der neuen L 33 in etwa der bisherigen Gradienten entspricht. Somit dürfte die OK Straße überwiegend in Höhe der derzeitigen Geländeoberfläche und lediglich im Bereich 0+200 ... km 0+400 (südliche Fahrbahn) in leichter Dammlage liegen. Geländeeinschnitte sind wegen der ungünstigen hydrologischen Verhältnisse möglichst zu vermeiden.

Nach den Ergebnissen der Erkundungsarbeiten liegt das zukünftige Planum größtenteils innerhalb von Sandauffüllungen bzw. Decksanden und zu etwa einem Drittel im Bereich anstehenden Geschiebelehmes/ -mergels.

Nach einem Mindestbodenabtrag des oberen Horizontes (organisch durchsetzt und z. T. durchwurzelt) von i. M. 30 cm Dicke (örtlich bis max. 0,5 m – SB 11, SB 23, SB 25, SB 31, SB 35) und dem Restbodenabtrag bis in Höhe Planum, reicht eine Planumsverdichtung mit einem mindestens 0,5 m tief wirksamen Verdichtungsgerät im Regelfall (Sandauffüllung und Decksande in erdfeuchtem Zustand) aus, um auf dem Planum einen Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen zu können. Prinzipiell wäre dies auch beim Anstehen von Geschiebelehm/ -mergel mindestens steifer Konsistenz denkbar. Da jedoch Lehm und Mergel bereits bei geringen Wassergehaltsänderungen infolge von Niederschlägen und insbesondere in Zusammenhang mit mechanischen Beanspruchungen (Befahren) schnell von ihrem natürlichen in einen weichen bis breiigen Zustand übergehen können, wird empfohlen, in diesen Abschnitten generell eine Verbesserung des Untergrundes, vorzugsweise eine Bodenverfestigung ($\geq 15 \text{ cm}$ Dicke), einzuplanen. Alternativ hierzu wäre auch eine Vergrößerung der Dicke der Tragschicht denkbar, wobei für den unbehandelten Untergrund (weicher bis steifer Lehm/ Mergel) ein Verformungsmodul $E_{v2} \approx 25 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden kann.

Bei örtlichem Auftreten von massivem Bauschutt innerhalb der Auffüllung (z. B. SB 1, SB 34.1) sind grobe und kompressible Bestandteile vor der Verdichtung aus dem Planum zu entfernen.

Im Bereich anstehender holozäner Sedimente (bei querenden Grabenniederungen sollte wie folgt vorgegangen werden:

Bau-km 0+200 ... 0+400 (SB 5.1, SB 5, SB 7)

Für die hier vorgesehene Dammschüttung reicht ein Bodenabtrag von 20 cm aus. Aufgrund des nahen Grundwassers sollte das geschaffene Erdplanum nicht verdichtet, sondern eine Lage (50 cm) grobkörnigen Bodens (Kiessand/ Sand) geschüttet und diese dann intensiv verdichtet werden. Bei sehr hohem Grundwasserstand kann zur Gewährleistung der Befahrbarkeit u. U. eine Entwässerung des Geländes mittels Wasserabzugsgräben erforderlich sein.

Bau-km 2+230 (SB 34, SB 34.1, SB 34.2)

Aufgrund der geringen Schichtdicke der in der Grabenböschung (bei SB 34.2) angetroffenen, wenig tragfähigen Mudde und unter Berücksichtigung der jahrzehntelang wirkenden

Auflast (Geländeanschüttung) sowie der Tatsache, dass keine baugrundbedingten Schäden an der vorhandenen Straße festzustellen waren, wird es seitens des Bodengutachters als nicht erforderlich angesehen, einen aufwändigen Bodenaustausch vorzunehmen. Da die auf der gegenüberliegenden Straßenseite niedergebrachten Sondierbohrungen SB 34 und SB 34.1 keine organischen Böden ausweisen, kann u. E. davon ausgegangen werden, dass diese nur noch in Resten auftreten. Es empfiehlt sich jedoch, nach erfolgtem Abtrag der derzeitigen Straßenbefestigung dies durch die Ausführung kurzer Sondierungen für den Bereich der beiden nördlichen Richtungsfahrbahnen nachzuweisen.

Rad- und Gehwege

Zur Gründung der Geh- und Radwege reicht es grundsätzlich aus, die oberen 30 cm Boden (i. d. R. gering organisch durchsetzte aufgefüllte oder gewachsene Sande) abzuschleifen, das Planum intensiv zu verdichten und den Oberbau entsprechend RStO herzustellen. Nur dort, wo es aufgrund tief reichenden Wurzelwerks unumgänglich wird, kann ein tiefer gehender Bodenaustausch erforderlich werden. Zwischen km 0+200 und ca. 0+400 ist bei der Festlegung der Gradienten des südlichen Radweges das zeitweise bis einige Dezimeter über Flur reichende Stau-/ Grundwasser zu berücksichtigen.

3.3 Erdbau

Die Erdarbeiten sind entsprechend den gültigen Vorschriften und Richtlinien (DIN 18 300, ZTVE-StB usw.) zu planen und auszuführen.

Da in Höhe Planum vorwiegend frost- und wasserempfindliche Erdstoffe anstehen, sollte während der Bauzeit eine Planumsquerneigung von 4 % vorgesehen werden, um ein Aufweichen des Bodens infolge von Niederschlägen weitestgehend zu verhindern; auch in Zwischenbauzuständen ist das Planum zu verdichten und glattzuwalzen. Anfallende Niederschlagswässer sind zu fassen und kontrolliert abzuleiten.

Während die Befahrbarkeit der größtenteils schluffigen, aufgefüllten und gewachsenen Sande in erdfeuchtem Zustand sowie die eines steifplastischen Geschiebelehmes/-mergels grundsätzlich gegeben ist, kann sie bei ungünstigen Witterungsbedingungen stark eingeschränkt bzw. zeitweise nicht mehr vorhanden sein.

Für die zum Aushub kommenden Böden wurden die entsprechend DIN 18 300 zugeordneten Bodenklassen im Abschn. 2.2.2 des vorliegenden Baugrundgutachtens aufgeführt. Hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit sind sie wie folgt einzuschätzen:

- | | |
|--|---|
| obere 0,3 m der Auffüllungen/ Decksande | - aufgrund ihrer organischen Anteile zur Andeckung geeignet |
| darunter folgende Auffüllungen, Decksande sowie Geschiebelehm/ -mergel | - grundsätzlich für den Wiedereinbau geeignet, unter der Voraussetzung, dass der Wassergehalt annähernd dem optimalen (ca. 9 – 11%) entspricht; aufgeweichte bzw. stark |

ausgetrocknete Böden (insbesondere Geschiebelehm/ -mergel) eignen sich nicht für den Wiedereinbau in Bereichen mit Verdichtungsanforderungen

3.4 Grundlagen für die Bemessung der Konstruktionsschichten nach RStO

3.4.1 Frostverhalten des Untergrundes

Der untersuchte Straßenabschnitt verläuft innerhalb der Frosteinwirkungszone II.

Bei den in Höhe Planum anstehenden Erdstoffen handelt es sich vorwiegend um gemischt-körnige Böden, die nach ZTVE-StB i. d. R. der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen sind. Mit Ausnahme neu herzustellender Dammabschnitte lassen sich aufgrund des häufig wechselnden Feinkornanteils (< 0,063 mm) u. E. keine Teilabschnitte aushalten, die niedrigeren Frostempfindlichkeitsklassen zuzuordnen wären.

3.4.2 Hydrologische Verhältnisse gemäß ZTVE-StB

Aufgrund der Möglichkeit für das geländenahe Auftreten von Stauwasserbildungen sollte im gesamten Ausbauabschnitt der L 33 von hydrologisch ungünstigen Verhältnissen ausgegangen werden.

3.4.3 Vorhandene / zu erreichende Verdichtung des Untergrundes

Da die verbreitet anstehenden Auffüllungen locker und die Decksande lediglich locker bis mitteldicht gelagert sind, ist im gesamten Straßenabschnitt eine Planumsverdichtung mit geeignetem Verdichtungsgerät vorzunehmen. Während nach vorliegenden Erfahrungen für erdfeuchte Sandauffüllungen/ Decksande im Ergebnis einer entsprechenden Planumsverdichtung E_{v2} – Werte von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum erwartet werden können, ist das bei anstehenden bindigen Auffüllungen (sandiger Ton) und Geschiebelehm häufig nicht der Fall (stark wassergehaltsabhängig). In Abhängigkeit von der Witterungssituation während der Bauphase und den im Planum nachzuweisenden E_{v2} – Werten sollten bei der Planung als Bedarfsposition zusätzliche untergrundverbessernde Maßnahmen (vorzugsweise eine Bodenverfestigung) für ca. 25% der gesamten Planumsgroundfläche vorgesehen werden.

3.5 Versickerung anfallender Oberflächenwässer/ Entwässerungsmöglichkeiten

Festlegungen zur Ableitung des Oberflächenwassers sind nach den „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS)“ vorzunehmen.

In Abhängigkeit von ihrer Durchlässigkeit werden die anstehenden Erdstoffe nach DIN 18 196 und DIN 18 130 wie folgt eingestuft:

Baugrund- schicht	Bodengruppen	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Einstufung der Durchlässigkeit nach	
			DIN 18 196	DIN 18 130, T 1
Auffüllungen (Sand/ Ton)	SU, SU-OH, SU*/ ST*, TL	$5 \times 10^{-5} \dots 1 \times 10^{-6}$ / $1 \times 10^{-6} \dots 1 \times 10^{-7}$	durchlässig bis gering durchlässig vernachlässigbar klein	durchlässig bis schwach durchlässig schwach bis sehr schwach durchlässig
	SU, SU* ST*	$1 \times 10^{-5} \dots 1 \times 10^{-6}$ 1×10^{-7}	durchlässig bis ge- ring durchlässig vernachlässigbar klein	durchlässig bis schwach durchlässig schwach durchlässig
Geschiebe- lehm/ -mergel	ST*, TL	$1 \times 10^{-6} \dots 1 \times 10^{-8}$	vernachlässigbar klein	schwach bis sehr schwach durchlässig
zwischenge- lagerte Sande	SE, SU, SU*	$1 \times 10^{-4} \dots 1 \times 10^{-6}$	gut durchlässig bis gering durchlässig	durchlässig bis schwach durchlässig

Da oberflächennah über weite Strecken sandige Böden (Sandauffüllungen, Decksande) auftreten wird eingeschätzt, dass eine Versickerung der auf der Fahrbahn anfallenden Wässer über Straßenmulden grundsätzlich möglich ist und bislang offensichtlich auch funktionierte. Ausgehend von dem Geländehochpunkt bei km 1+400 wird die grundsätzliche Entwässerungsrichtung zu den Grabenniederungen am Beginn und Ende des Bauabschnittes und im Weiteren zu den südlich der L 33 befindlichen Teichen und Pfühlen vorgegeben.

3.6 Baugrundkennwerte

Für die im baupraktisch interessierenden Tiefenbereich anstehenden Erdstoffe können entsprechend DIN 1055, T 2 folgende Rechenwerte (charakteristische Werte) in Ansatz gebracht werden:

Baugrund- schicht	Feucht- wichte	Wichte unter Auf- trieb	innerer Rei- bungswinkel	Kohäsion
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
Auffüllung (Sand/ Ton)	16,5 ... 18,5/ 20,0	9,5 ... 10,0/ 10,0	30/ 24	0/ 3
Decksande und zwi- schengelagerte Sande	17,5 ... 19,0	10,5	33 ... 35	0
Geschiebelehm/ -mergel	21,5	11,0	29	10
holozäne Sedimente (Sand/ Ton)	16,0 ... 18,0/ 20,0	10,0	27/ 22	0/ 5

4. **Zusätzliche Hinweise**

Mittels der ausgeführten Aufschlüsse wurde eine punktförmige Erkundung der Baugrundverhältnisse vorgenommen. Erfahrungsgemäß können zwischen diesen Punkten Abweichungen zu den in A 2 dargestellten Aufschlussprofilen auftreten, insbesondere betrifft dies die Verbreitung und Beschaffenheit von Auffüllungen im Bereich der Ortslage Hönow.

.....