



Löcknitz Prüfinstitut für Baustoffe GmbH

Postanschrift

PEBA Löcknitz GmbH · Werksiedlung 18 · 17321 Löcknitz
Landkreis Mecklenburgische Seenplatte
Regionalstandort Waren (Müritz)
Bauamt / SG Tiefbau
Zum Amtsbrink 2
17192 Waren (Müritz)

PEBA Löcknitz

Prüfinstitut für Baustoffe GmbH
Werksiedlung 18, 17321 Löcknitz

Telefon 0049 (0) 397 54-211 10/11

Telefax 0049 (0) 397 54-210 81

E-Mail loecknitz@peba.de

Internet www.peba.de

Forschung und Baustoffprüfung in den Fachbereichen
Erdbau Beton Asphalt Mineralische und Recyclingbaustoffe

Anerkannt nach RAP Stra 15 für die Fachgebiete

(0) Baustoffeingangsprüfungen	D0 ¹⁾
(1) Eignungsprüfungen	A1; H1; I1
(2) Fremdüberwachungsprüfungen	I2
(3) Kontrollprüfungen	A3; D3; E3 ²⁾ ; F3 ³⁾ ; G3; H3; I3

¹⁾ Nur bei Gesteinskörnungen für Baustoffgemische, die einer Güteüberwachung nach den TL G SoB-StB unterliegen

²⁾ Nicht für Fahrbahndecken aus Beton

³⁾ Nur für dünne Asphaltdeckschichten in heißbauweise auf Versiegelung

Baugrunduntersuchung

Löcknitz, 30.11.22

Prüf.-Nr.: 308a/22

Kunden-Nr.: 50336Ba/Ro/

Bauvorhaben: **Erneuerung der Kreisstraße MSE 65 – Abschnitt 10 OA**
Altentreptow bis OE Grischow
Vergabenummer: 10.72.350.2060-020

Bauherr: Landkreis Mecklenburgische Seenplatte

Planungsbüro: Ingenieurbüro Thiele & Partner mbB Neustrelitz

Untersuchungsauftrag:

- Baugrunderkundung und –beurteilung, Befahrung mit einem FWD (zusätzlich außerhalb des LV Befahrung mit einem Georadar)
- Erarbeitung von Ausbauempfehlungen
- Untersuchung ggf. anfallender Ausbaustoffe auf umweltrelevante Parameter hinsichtlich der Wiederverwertbarkeit
- Aussagen zu Versickerungsmöglichkeiten

Vorortuntersuchungen: am 07.09.2022, 19.09.2022, 20.09.2022, 29.09.2022, 05.10.2022
durch Herrn C. Rocher und Herrn S. Rocher

Probenarchivierung: bis 15.03.2023

Bearbeiter: Dr. Jan Bartholdy
In Kooperation mit Dipl.-Ing. Heinzpeter Lüdike,
Hochschule Anhalt


Dr. Jan Bartholdy
Stellv. Prüfstellenleiter



Dieser Untersuchungsbericht umfasst 25 Seiten und 7 Anlagen.

Der Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.

Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Dieter Großhans
Dipl.-Ing. Matthias Grunwald

Handelsregister:
Amtsgericht Neubrandenburg
HRB 8133

St.-Nr.: 084/116/01197
USt.-ID-Nr.: DE293271771

VR-Bank Uckermark-Randow eG
IBAN DE61 1509 1704 0120 5429 74
BIC GENODEF1PZ1

Inhaltsverzeichnis

1.	Situation und Aufgabenstellung	5
2.	Verwendete Unterlagen und Literatur	6
3.	Standort, Geologie und Hydrogeologie	7
4.	Untersuchungen des Straßenaufbaus und des Baugrundes	7
4.1	Feldarbeiten	7
4.2	Laboruntersuchungen	11
5.	Baugrund	12
5.1	Allgemeines	12
5.2	Schichtung	12
5.3	Eigenschaften	14
5.4	Baugrundmodell	17
5.5	Homogenbereiche	17
5.6	Grundwasser, Versickerung	18
6.	Fahrbahnbefestigung	19
6.1	Allgemeines	19
6.2	Gründungs- und Ausbauempfehlungen auf der Grundlage der FWD und Georadar-Messungen	19
6.2.1	Weitere Hinweise	21
7.	Verwendung des Ausbauasphalts Aushubs, Wiedereinbau und Deklarationsanalytik	23
8.	Schlussbemerkungen	25

Anlagen

/A 1/	Übersichtsplan und Lagepläne 1:500, 30 Seiten
/A 2/	Fotodokumentation, 7 Seiten
/A 3/	Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen (74 Seiten)
/A 4/	Ergebnisse der Bestimmung der Korngrößenverteilungen des Glühverlustes (32 Seiten)
/A 5/	Prüfberichte der AZBA 22-14362, 3 Seiten; 21-08672, 3 Seiten; 21-08673, 3 Seiten; 21-08674, 3 Seiten; 21-08675, 5 Seiten; 22-14363, 16 Seiten, CRB 22-08042 REM, 2 Seiten
/A 6/	Prüfbericht der FWD-Befahrung, 134 Seiten
/A 7/	Information zur Georadar-Befahrung, 7 Seiten

Kurzfassung
 (Ersetzt nicht das Gutachten)

- Lage: MSE 65, Abschnitt 10 zwischen den Ortslagen Altentreptow und Grischow
- Projekt: Ertüchtigung der Fahrbahn, Verbreiterung rechtsseitig
- Geologie Parabraunerden über weichselkaltzeitlichen Geschiebedecksanden, Geschiebelehm, Geschiebemergel
- Baugrund: Auffüllungen und Reste einer Bodenbildung über Geschiebedecksand und Geschiebelehm/-mergel
- Allgemein gut tragfähiger Baugrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 im Planum nach ZTV E-StB 17
- Grund-
Wasser: Grundwasserstand gemäß der Darstellung der Grundwasserflurabstände tiefliegend bei > 10 m unter FOK, kein Schichtenwasser festgestellt
- UVP Erdstoffe, Zuordnungswert Z 0 bis Z 1 1.1 wegen TOC; Bankette ≤ Z 2 wegen TOC; Humose Bodenbildungen sind im Sinne des BauGB § 202 zu schützen
- Asphalt Verwertungsklasse A

Charakteristische Bodenkenngößen.

Bodenart	Wichte γ/γ' [kN/m³]	Scherfestigkeit		Steife- modul $E_{s,k}$ [MN/m²]
		ϕ' [°]	c'/c_u [kN/m²]	
Böden, gemischtkörnig	19/10	30	-/2	30
Geschiebemergelkomplex	20/10	27,5	2/20	80

Technologische Kennwerte

Schicht	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden klasse nach DIN 18300	Bautechnische Eigenschaften ¹⁾			Bautechnische Eignungen ¹⁾		Bohrbarkeit nach DIN 18301	Bodenklasse nach DIN 18311
			1	2	3	4	5		
gemischt-körnige Sande	A, SU*-OH, SU*	1, 3	-	-	mittel	-	-	BN1, BN 2	NB 1, NB 2
Geschiebemergel- komplex	SU*, UL, TL	4	mäßig	sehr groß	groß	unge- eignet	mäßig ge- eignet	BN 1	NB 2, BOB 1

Ertüchtigung des Fahrbahnkörpers

FWD und Georadar Messungen zeigten den Aufbau der Straßenkörpers unterhalb der Asphalttschicht: Linksseitig dünne Schichten in ungebundener Bauweise („Sommerweg), rechtsseitig Natursteinpflaster und dünnsschichtige Pflasterbettung.

Ausbau in freier Bemessung, Hocheinbau, Bk1,0 nach RStO 12

13,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
4,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
7,0 cm	vorhandene Asphalt-Befestigung	(Mindestmaß im Ansatz)
25,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Vorteile: wirtschaftliche Erneuerungsbauweise, Erreichen der Tragfähigkeit Bk1,0

Nachteile: nicht regelkonform im Sinne von RStO 12/20 und ZTV BEA 09-13, kein frostsicherer Aufbau im Sinne der RStO 12

Soll Frostsicherheit erreicht werden, so ist eine Orientierung an den RStO 12, Tafel 4 möglich (vollgebunden):

Ausbau in Anlehnung an die RStO 12, Tafel 4, vollgebundener Oberbau, Hocheinbau

10,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
13,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
7,0 cm	vorhandene Asphalt-Befestigung	(Mindestmaß im Ansatz)
30,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Grundhafter Ausbau, regelkonform und frostsicher (RStO 12, Tafel 1, Zeile 3:

4,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
10,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
15,0 cm	Schottertragschicht	Ev2 ≥ 150
41,0 cm	Frostschuttschicht	Ev2 ≥ 120
70,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Verbreiterung Nebenbereiche

4,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
26,0 cm	Asphalttragschicht AC 22 T N mit Bitumen 50/70	
30,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3 Boden		Ev2 ≥ 45 MPa

Die Böden im Planum der Verbreiterungsbereiches wiesen zum Untersuchungszeitpunkt ein gutes Tragverhalten auf, werden jedoch empfindlich auf ein Vernässen reagieren. Dies ist beim Bauvorschrift (feuchte Wetterlagen meiden), der Bautechnologie (vor Kopf Arbeiten, statisches Verdichten ist zu bevorzugen, Vibration zu vermeiden) unbedingt zu berücksichtigen.

Trotz einer sorgfältigen Bauausführung kann ein unterschiedliches Langzeit-Setzungsverhalten der Verbreiterung nicht ausgeschlossen werden. Konsequenz: Tritt eine Rissbildung im Kontaktbereich Verbreiterungs-ursprünglicher Straßenkörper auf, so ist zeitnah zu vergießen. Alternativ kann eine Fuge im Kontaktbereich der Verbreiterung mit dem bestehenden Fahrbahnkörper angelegt werden.

1. Situation und Aufgabenstellung

Die Kreisstraße MSE 65, Abschnitt 10 soll zwischen den Ortslagen Altentreptow und Grischow, km 0,354 bis km 5,010 erneuert und rechtsseitig verbreitert werden.

Die PEBA Löcknitz GmbH wurde vom Landkreis Mecklenburgische Seenplatte gem. /U 1/ (siehe unten) - Erkundung des vorhandenen Trassenaufbaus mit Aussagen zu den Baugrund-, Grundwasser- und Versickerungsverhältnissen sowie einer Festlegung von Homogenbereichen, der Erarbeitung von Ausbauempfehlungen gem. RStO 12 und der Untersuchung ggf. anfallender Ausbaustoffe auf umweltrelevante Parameter hinsichtlich der Wiederverwertbarkeit - beauftragt.

Es wurde eine Geländebegehung und Baugrunduntersuchungen durchgeführt.

Der Auftraggeber sieht einen Ausbau im Hocheinbau unter Nutzung der Resttragfähigkeiten des vorhandenen Fahrbahnkörpers vor (direkte Überbauung). Dimensioniert werden soll nach der Belastungsklasse Bk1.0 der RStO 12.

Der Ermittlung der aktuellen Tragfähigkeit des vorhandenen Straßenkörpers diene eine Befahrung mit einem FWD (Falling Weight Deflectometer). Diese führte die Hochschule Anhalt, Dessau, Herr Dipl.-Ing. H. Lüdike durch.

Zur kontinuierlichen Schichtdickenmessung und dem Gewinnen von Daten zum Baugrund wurde versuchsweise ein Georadarsystem (Digitale Zweikanaltechnik der Fa. GSSI Inc.) eingesetzt.

Auf dieser Grundlage und Untersuchungen im eigenen Erdstofflabor sowie im Labor der AZBA Analytisches Zentrum Berlin-Adlershof GmbH (nachfolgend AZBA) wird im Folgenden eine Baugrundbeurteilung dargelegt und es werden Hinweise zum Ausbau gegeben.

2. Verwendete Unterlagen und Literatur

Unterlagen

- /U 1/ Angebotsanfrage und Leistungsverzeichnis des Landkreises Mecklenburgische Seenplatte, Vergabenummer 10.72.350.2060-020
- /U 2/ Angebot der PEBA Löcknitz GmbH vom 05.08.2022
- /U 3/ Auftrag des Landkreises Mecklenburgische Seenplatte, Baugrunduntersuchungen vom 15.08.2022
- /U 4/ Geologische Übersichtskarte von Deutschland GÜK200, Maßstab 1 : 200 000. Bundesanstalt Für Geologie und Rohstoffe. WMS Ressource, Abruf im August 2021.
- /U 5/ Darstellung der Grundwasserhöhengleichen. MV Hydrogeologie. Informationen der staatlichen Umweltverwaltung Mecklenburg-Vorpommern. WMS-Ressource, Abruf Oktober 2022.
Darstellung der Grundwasserüberdeckung. MV Hydrogeologie. Informationen der staatlichen Umweltverwaltung Mecklenburg-Vorpommern. WMS-Ressource, Abruf Oktober 2022.
- /U 6/ Darstellung von Höhenlinien, Höhenstufen und Schummerung auf der Basis des Digitalen Geländemodells (DGM5). GDI-MV des Landesamtes für innere Verwaltung. WMS-Ressource, Abruf Oktober 2022.
- /U 7/ Schichtenverzeichnisse und Gelände- sowie Laborprotokolle vom September 2022, PEBA Löcknitz GmbH
- /U 8/ Lage- und Vermessungspläne, Landkreis MSE, Ingenieurbüro Thiele & Partner zum Streckenverlauf
- /U 9/ Radargramme des Streckenverlaufs, rechts- und linksseitig, Querprofil
- /U 10/ Untersuchungsbericht MSW K 65 Abschnitt 10 Grischow – Altentreptow.
Tragfähigkeitsmessungen mit dem Falling Weight Deflectometer.

Literatur

- /3/ Ausschreiben von Asphaltarbeiten. Leitfaden durch die Asphalttechnik zur Vorbereitung und Ausschreibung von Asphaltarbeiten. Deutscher Asphaltverband e.V. 2013.
- /4/ Asphalt im Kommunalen Straßenbau. Der Leitfaden für Planung, Bau und Erhaltung kommunaler Straßen und Flächen aus Asphalt. Deutscher Asphaltverband e.V. 2019.

3. Standort, Geologie und Hydrogeologie

Die vorgesehene Ausbaustrecke umfasst ca. einen Abschnitt von ca. 5000 m auf einer überwiegend über Ackerland verlaufenden Trasse zwischen den Orten Altentreptow und Grischow, nordöstliches Mecklenburg-Vorpommern.

Der projektierte Verlauf beginnt beim Straßenkilometer der MSE 65 Abschnitt 10, km 0,354 und endet beim km 5,010.

Die Geländehöhen bewegen sich zwischen ca. 22,3 m ü. NHN im Westen, Altentreptow und um 30 m ü. NHN (im DHHN2016) im Streckenverlauf mit Hochpunkten bei 37 m im westlichen Bereich der Trasse und später, Richtung Ost abfallend auf ca. 30 m ü. NHN. Das Gefälle wechselt mehrfach.

Der projektierte Baukörper befindet sich in der Großlandschaft Oberes Tollensegebiet, Landschaftszone Rückland der Mecklenburgischen Seenplatte. Die Geologie wird durch Geschiebedecksande und Geschiebelehm- bzw. -mergel dominiert. Oberflächennah finden sich geringmächtige Bodenbildungshorizonte. In geländemorphologisch tiefer gelegenen Bereichen verzeichnet die Geologische Karte /U 4/ lokal organogene Bildungen (Schluff/Sand, stark humos, Humus, sandig) über Geschiebedecksanden/Geschiebemergel. Im westlichen Teil zeigt die Geologische Karte Schollen oligozäner Tone. Diese sind aus bautechnischer Sicht aufgrund ihres ausgeprägten Schrumpf- und Quellverhaltens besonders zu betrachten.

Der Grundwasserflurabstand wird mit > 10 m, in wenigen Teilbereichen auch mit ≥ 5 m bis 10 m angegeben (/U 5/). Oberflächennahes Stauwasser ist bei Starkniederschlagsereignissen durchaus zu erwarten.

Entsprechend den RStO 12, Bild 6 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Frosteinwirkungszone II.

4. Untersuchungen des Straßenaufbaus und des Baugrundes

4.1 Feldarbeiten

Straßenaufbrüche erfolgten durch Bohren mit einer Kernentnahme mit einem Durchmesser von 150 mm. Der Schichtenaufbau des Baugrundes wurde bis in ca. 1,0 m Tiefe durch manuelles Bohren, der weitere Aufbau durch Rammkernsondierungen festgestellt (/A 3).

Ein zerstörungsfreies Messen des Schichtenbaus erfolgte mittels Georadar (2-Kanaltechnik; Messfrequenzen 300 und 800 MHz) mit Messspuren links- und rechtsseitig sowie in einem Querprofil.

Die Tragfähigkeit des Oberbaus wurde an 160 Messpunkten mit einem FWD (Falling Weight Deflectometer, Kraftstoß 50 kN) untersucht.



Bild 1 und 2) Links, Selbstfahrendes FWD, rechts Georadar UtilityScan DF 300/800 der Fa. GSSI Inc.

Die Erkundung der Baugrundsichtung erfolgte entsprechend der Aufgabenstellung /U 1/. Die Lage der Erkundungsbohrungen kann der Anlage /A 1/ und der Tabelle 1 entnommen werden. Ansatzpunkt der Aufschlüsse ist GOK.

Folgende Kategorien von Sondierung sind Projektinhalt:

- Kombinierte Kernbohrungen/Handbohrungen/
- Flache Handbohrungen/Rammkersondierungen zur Erkundung der Nebengebiete
- Tiefergehende Handbohrungen/Rammkersondierungen zur Erkundung der Durchlässe
- Gesonderte Schürfe im Bankettbereich zur Entnahme von Bodenproben zur Analytik

Ein Höhenbezug wurde unter Verwendung der /U 5/, /U 7/ und einem eigenen, relativen Nivellement hergestellt.

Festlegungen zur Höhe der zukünftigen Fahrbahnoberkante (nachfolgend FOK) nach der Baumaßnahme lagen zum Bearbeitungszeitpunkt nicht vor. Grundsätzlich wird seitens des AG ein Hocheinbau präferiert. Zusätzlich ist eine rechtsseitige Verbreiterung vorgesehen.

Die nachstehende Tabelle 1 verzeichnet die niedergebrachten Sondierungen. Die angeführte Kilometrierung ist straßen- bzw. baubezogen.

Bezeichnung (Anzahl der entnommenen Proben)	Art	km (MSE 65) Abschnitt 10	km (Bau)	Tiefe unter GOK [m]	Höhe über DHHN2016 [m]	x [UTM]	y [UTM]
RKS 1 (8)	KB/HB/RKS	0,550 li FB		4,00	30,5	33385654,55	5950618,25
RKS 2 (8)	KB/HB/RKS	0,825 re FB		4,00	35,2	33385952,41	5950684,69
RKS 3 (7)	KB/HB/RKS	0,825 re FB		4,00	35,4	33386839,21	5950638,75
RKS 4 (10)	KB/HB/RKS	1,975 re FB		4,00	32,5	33387059,54	5950678,69
RKS 5 (6)	KB/HB/RKS	2,025 re FB		2,00	29,5	33387110,99	5950687,66
RKS 6 (4)	KB/HB/RKS	2,500 li FB		1,00	27,8	33387584,16	5950707,55
RKS 7 (7)	KB/HB/RKS	2,950 li FB		4,00	28,9	33388002,50	5950851,18
RKS 8 (9)	KB/HB/RKS	3,475 re FB		6,00	29,3	33388505,20	5951002,55
RKS 9 (5)	KB/HB/RKS	3,900 li FB		1,30	32,3	33388924,58	5950972,81
RKS 10 (5)	KB/HB/RKS	4,175 li FB		1,10	32,6	33389198,76	5950974,24
RKS 11 (4)	KB/HB/RKS	4,650 li FB		2,00	31,1	33389665,52	5951062,35
RKS 12 (5)	KB/HB/RKS	4,825 re FB		1,00	30,0	33389842,69	5951090,27
RKS 13 (5)	KB/HB/RKS	4,950 li FB		3,50	30,0	33389960,57	5951114,73
RKS 14 (3)	HB/RKS	0,609 re NB		1,00	24,4	33385537,82	5950552,27
RKS 15 (3)	HB/RKS	0,811 re NB		1,20	34,7	33385908,58	5950675,37
RKS 16 (3)	HB/RKS	1,003 re NB		1,00	35,7	33386097,77	5950679,74
RKS 17 (3)	HB/RKS	1,214 re NB		1,50	35,9	33386308,29	5950655,92
RKS 18 (3)	HB/RKS	1,414 re NB		0,60	37,1	33386510,23	5950632,26
RKS 19 (5)	HB/RKS	1,604 re NB		3,00	36,6	33386695,61	5950615,94
RKS 20 (3)	HB/RKS	1,805 re NB		1,00	34,7	33386894,42	5950644,74
RKS 21 (3)	HB/RKS	2,008 re NB		1,00	32,0	33387092,69	5950683,61
RKS 22 (3)	HB/RKS	2,200 re NB		1,50	27,6	33387284,26	5950698,90
RKS 23 (4)	HB/RKS	2,614 li NB		3,00	27,6	33387694,71	5950720,80
RKS 24 (3)	HB/RKS	3,014 li NB		1,20	29,3	33388062,00	5950877,88
RKS 25 (3)	HB/RKS	3,813 li NB		1,20	32,3	33388837,64	5950975,79
RKS 26 (4)	HB/RKS	4,016 re NB		1,50	32,5	33389042,10	5950965,87
RKS 27 (2)	HB/RKS	4,234 re NB		1,50	32,7	33389257,50	5950983,89
RKS 28 (4)	HB/RKS	4,800 li NB		1,50	30,2	33389814,96	5951094,38
RKS 29 a (3)	HB/RKS	2,389 re DL	DL 1	2,00	27,7	33387473,48	5950698,70
RKS 29 b (3)	HB/RKS	2,389 li DL	DL 1	2,00	27,6	33387474,10	5950705,23
RKS 30 a (6)	HB/RKS	2,407 re DL		6,00	27,7	33387551,44	5950702,09
RKS 30 b (6)	HB/RKS	2,407 li DL		5,00	27,6	33387554,04	5950707,87
RKS 31 a (7)	HB/RKS	3,444 re DL	DL 3	6,00	31,4	33388477,02	5950994,05
RKS 31 b (7)	HB/RKS	3,444 li DL	DL 3	6,00	31,5	33388476,02	5950999,96
RKS 32 a (7)	HB/RKS	3,603 re DL	DL 4	2,00	31,9	33388628,84	5951011,65
RKS 32 b (7)	HB/RKS	3,603 li DL	DL 4	1,60	32,0	33388631,53	5951017,27
RKS 33 a (4)	HB/RKS	4,989 re DL	2	1,50	28,5	33390000,70	5951117,57
RKS 33 b (4)	HB/RKS	4,989 li DL	2	1,50	28,8	33390000,99	5951123,90

Tabelle 1a) Zur Erkundung des Baugrundes niedergebrachte Sondierungen (HB – Handschachtung, Handbohrung, RKS – Rammkernsondierung). Koordinaten: UTM Zone 33, EPSG 25833, GPS Einmessungen, korrigiert. Geländehöhen aus /U 5/ und einem eigenen, relativen Nivellement.



Löcknitz Prüfinstitut für Baustoffe GmbH

PEBA Löcknitz

Prüfinstitut für Baustoffe GmbH
Werksiedlung 18, 17321 Löcknitz

Telefon 00 49 (0) 397 54-211 10/11

Telefax 00 49 (0) 397 54-210 81

E-Mail loecknitz@peba.de

Internet www.peba.de

Prüfb.-Nr.: 308/21

Seite 10 von 25

Lfd. Nr. links	x	y	Lfd. Nr. rechts	x	y
1	33390003,99	5951122,78	95	33385547,11	5950558,12
2	33389965,67	5951115,04	96	33385592,48	5950579,02
3	33389916,50	5951106,24	97	33385635,84	5950603,71
4	33389867,16	5951097,79	98	33385679,57	5950628,33
5	33389817,82	5951088,99	99	33385726,19	5950645,75
6	33389768,65	5951080,46	100	33385775,57	5950654,02
7	33389719,40	5951072,10	101	33385824,94	5950662,80
8	33389670,27	5951063,21	102	33385874,07	5950671,32
9	33389621,38	5951054,85	103	33385923,70	5950679,59
10	33389571,41	5951047,03	104	33385973,07	5950688,36
11	33389522,51	5951038,14	105	33386022,70	5950689,36
12	33389474,15	5951028,71	106	33386072,32	5950684,10
13	33389425,07	5951019,82	107	33386121,70	5950678,21
14	33389375,28	5951011,29	108	33386171,58	5950672,44
15	33389326,38	5951001,86	109	33386221,45	5950666,93
16	33389272,24	5950991,19	110	33386270,83	5950661,92
17	33389223,25	5950982,13	111	33386320,46	5950656,40
18	33389173,91	5950972,52	112	33386371,84	5950650,51
19	33389126,83	5950968,39	113	33386419,71	5950644,75
20	33389076,07	5950969,90	114	33386469,08	5950639,24
21	33389026,37	5950970,35	115	33386518,96	5950632,72
22	33388976,40	5950971,59	116	33386568,34	5950626,95
23	33388925,90	5950972,48	117	33386618,71	5950620,06
24	33388876,47	5950973,81	118	33386668,34	5950613,80
25	33388826,33	5950974,35	119	33386717,97	5950613,54
26	33388776,72	5950977,37	120	33386767,34	5950622,07
27	33388728,18	5950989,82	121	33386816,72	5950631,59
28	33388679,81	5951002,80	122	33386865,59	5950641,12
29	33388631,80	5951015,24	123	33386916,72	5950650,39
30	33388582,50	5951021,16	124	33386963,84	5950659,66
31	33388533,11	5951011,51	125	33387012,97	5950669,19
32	33388484,57	5951000,31	126	33387061,85	5950679,12
33	33388436,21	5950987,86	127	33387111,23	5950687,62
34	33388387,84	5950975,68	128	33387161,39	5950690,38
35	33388339,48	5950963,23	129	33387210,77	5950691,96
36	33388291,29	5950950,61	130	33387261,13	5950693,34
37	33388243,28	5950936,56	131	33387311,30	5950695,42
38	33388195,80	5950921,45	132	33387361,26	5950696,60
39	33388147,62	5950906,33	133	33387411,43	5950699,17
40	33388100,14	5950891,04	134	33387461,00	5950700,35
41	33388051,68	5950871,57	135	33387510,77	5950701,93
42	33388006,43	5950851,83	136	33387560,74	5950704,11
43	33387960,56	5950832,10	137	33387610,31	5950706,08
44	33387914,50	5950812,36	138	33387660,67	5950708,25
45	33387868,63	5950792,44	139	33387708,47	5950721,88
46/47	33387822,39	5950772,35	140/141	33387753,89	5950741,43
48	33387776,70	5950753,15	142	33387800,50	5950760,79
49	33387730,64	5950733,76	143	33387846,12	5950780,54
50	33387684,59	5950714,74	144	33387892,14	5950800,09
51	33387635,16	5950709,40	145	33387938,16	5950819,84
52	33387584,84	5950707,45	146	33387983,98	5950839,99
53	33387534,84	5950705,84	147	33388030,19	5950859,93
54	33387485,05	5950703,88	148	33388075,81	5950879,29
55	33387434,73	5950702,28	149	33388122,82	5950896,08
56	33387384,76	5950700,68	150	33388170,81	5950911,28
57	33387335,33	5950699,08	151	33388218,61	5950926,10
58	33387284,43	5950696,90	152	33388266,20	5950941,11
59	33387235,18	5950694,68	153	33388314,39	5950954,14
60	33387185,75	5950693,26	154	33388362,39	5950966,78
61	33387135,25	5950691,48	155	33388411,17	5950979,03
62	33387085,46	5950685,79	157	33388459,55	5950991,27

Lfd. Nr. links	x	y	Lfd. Nr. rechts	x	y
63	33387036,03	5950676,90	157	33388508,14	5951003,52
64	33386987,66	5950666,58	158	33388556,53	5951013,79
65	33386938,58	5950656,98	159	33388606,30	5951018,33
66	33386889,51	5950648,45	160	33388655,28	5951007,27
67	33386839,37	5950638,49	161	33388703,07	5950994,23
68	33386790,29	5950629,15	162	33388751,85	5950981,00
69	33386741,39	5950619,38	163	33388801,03	5950972,31
70	33386695,34	5950613,86	164	33388851,00	5950971,72
71	33386645,19	5950618,84	165	33388900,97	5950970,34
72	33386595,58	5950625,24	166	33388951,13	5950969,55
73	33386545,97	5950631,64	167	33389001,10	5950968,76
74	33386496,36	5950638,22	168	33389051,06	5950967,77
75	33386446,40	5950644,27	169	33389101,62	5950966,78
76	33386397,14	5950649,96	170	33389151,20	5950965,79
77	33386347,53	5950655,65	171	33389198,79	5950974,29
78	33386297,92	5950660,98	172	33389247,77	5950983,57
79	33386248,14	5950667,03	173	33389296,95	5950992,26
80	33386198,53	5950672,19	174	33389346,13	5951002,13
81	33386148,56	5950678,05	175	33389395,11	5951010,63
82	33386101,00	5950683,57	176	33389444,48	5951019,71
83	33386037,80	5950690,55	177	33389493,66	5951028,60
84	33385987,73	5950692,94	178	33389542,64	5951037,09
85	33385938,32	5950684,85	179	33389592,01	5951045,78
86	33385889,24	5950676,25	180	33389641,19	5951054,47
87	33385840,32	5950667,82	181	33389690,37	5951063,95
88	33385790,91	5950658,41	182	33389739,55	5951072,64
89	33385741,33	5950650,97	183	33389788,72	5951081,13
90	33385693,08	5950638,24	184	33389837,90	5951089,62
91	33385654,99	5950617,54	185	33389887,47	5951098,31
92	33385611,52	5950592,29	186	33389936,45	5951107,40
93	33385567,42	5950569,26	187	33389985,63	5951116,29
94	33385537,81	5950557,35	188	33390005,18	5951119,25

Tabelle 1b) Zur Erkundung des Oberbaus ausgeführte FWD-Messungen. Koordinaten: UTM Zone 33, EPSG 25833, GPS Einmessungen, korrigiert. Geländehöhen aus /U 5/ und einem eigenen, relativen Nivellement.

4.2 Laboruntersuchungen

Im erdstoffphysikalischen Labor der PEBA wurden im nachstehenden Umfang Laborversuche durchgeführt:

- | | | | |
|----|--------------|---|--------------------------|
| 15 | Bodenproben: | Bestimmung der Korngrößenverteilung zur Beurteilung der Frostsicherheit, Nassabtrennung des Feinanteiles | nach DIN EN ISO 17892 -4 |
| 9 | Bodenproben | Bestimmung des Glühverlustes zur Kohlenstoffbestimmung zur Beurteilung der Setzungsempfindlichkeit, Tragfähigkeit | nach DIN 18 128 |
| 18 | Bodenproben | Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes | nach DIN EN. ISO 17892-1 |

Die Untersuchung potentieller Ausbaustoffe erfolgte nach LAGA TR Boden (2004), Asphalt nach RuVA-StB 01. Die Untersuchungen wurden der AZBA übertragen:

7 Bodenproben	Untersuchung nach TR Boden (2004), Mischproben	Boden < 10 Vol.-% Fremdbestandteile
4 Asphaltbohrkerne	Untersuchung nach RuVA-StB 01	
2 Asphaltbohrkerne	Untersuchung auf den Gehalt an Asbest/WHO-Fasern	

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Zur Beschreibung des Baugrundes, Anforderungen an Erdstoffe und Verfahrensweisen wird neben der DIN 18196 und einschlägigen Regelwerken des Grundbaus auf die Regelwerke des Straßenbaus wie die ZTV E-StB 17 oder ZTV SoB-StB 07 zurück gegriffen. Im Zuge des Asphaltstraßenbaus wird auf die ZTV Asphalt-StB 07/13 sowie TL Asphalt-StB 07/13 verwiesen. Die durchgeführten Untersuchungen orientieren sich am Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Bemessungen im Verkehrswegebau 2018 (M GUB 18) sowie dem Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau - Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen 2013 (M GUB UA 13).

Grundlage nachstehender Bewertungen sind eigene Felduntersuchungen und Untersuchungen im Erdstofflabor sowie die beauftragte chemische Analytik (siehe 4.2).

Entsprechend M GUB 04, Punkt 2.2 und dem vorliegenden Leistungsverzeichnis wird das Bauvorhaben in die Geotechnische Kategorie GK 1 gestellt. Diese Einstufung erfolgt vorläufig und ist der aktuellen Planung anzupassen.

5.2 Schichtung

Der Umfang der Geländeuntersuchung ist der Tabelle 1) zu entnehmen. Die erkundete Baugrundsichtung (außer Oberbau der Straßenbefestigung – Schottertragschicht und Bettungssande und lässt sich zusammenfassend wie folgt beschreiben:

Oberboden, lokale Auffüllungen (Jungholozän, Holozän)

Die natürliche Bodenschichtung wird im Untersuchungsgebiet überwiegend durch Braunerde-Parabraunerden, Braunerde-Pseudogley, Gly-Braunerden repräsentiert. Die Böden zählen zur Bodengroßlandschaft der Grundmoränenplatten und lehmigen Endmoränen im Jungmoränengebiet Norddeutschlands. Der obere natürliche Bodenhorizont ist im gesamten Trassenbereich durch das Baugeschehen des Straßenbaus beeinflusst. Es fanden sich natürliche Böden mit einem Schotteranteil und humosen Bestandteilen. Gleichfalls lokal begrenzt in Ortsnähe zu Altentreptow treten Auffüllungen mit einem Anteil an mineralischen Fremdstoffen > 10 Vol.-% auf (hauptsächlich Ziegelsplitter, untergeordnet Mörtelreste). Kennzeichnend sind höhere Humusgehalte.

Die Abbildung 1 zeigt Boxplots der Glühverluste der Oberböden mit höheren Gehalten im oberen Bodenhorizont der Nebengebiete sowie der Auffüllungen und seltener erhaltenen Unterböden.

Oberkante [m unter FOK/GOK]:	0,0 - 0,40
Unterkante [m unter FOK/GOK]:	0,35 bis 60
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*-OH, OH-SU*, SU*, A
Konsistenz/Lagerungsdichte:	- / mitteldicht, oberflächlich aufgelockert (Nebengebiete)
Homogenbereich:	A/O

Unterboden und Geschiebedecksande (Holozän, weichselkaltzeitlich)

Unterhalb der ungestörten Bodenbildungshorizonte mit schwach humosen Schichten folgen verbrauchte Tonanreicherungshorizonte und Geschiebedecksande, lokal auch Moränenkarbonatsande oder kalkreiche Schluffe mit wechselndem Schluff- und Tonanteil, dunkelbraun, graubraun.

Oberkante [m unter FOK]:	0,30 bis 0,60
Unterkante [m unter FOK]:	0,90 m bis nicht durchteuft, > 3,0 m
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*-OH
Konsistenz/Lagerungsdichte:	überwiegend mindestens mitteldicht
Homogenbereich:	B 1

Geschiebelehm und -mergel (weichselkaltzeitlich)

Unterhalb der Decksande folgen tonig-schluffige, stark sandige Geschiebelehme und -mergel. Wechselnde Stauwasserereignisse sorgen für teils intensive Ausfällungen von Eisenhydroxiden aber auch Kalk in den oberen Schichten.

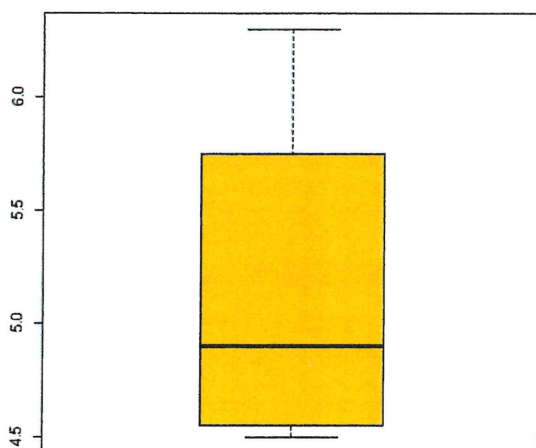
Oberkante [m unter FOK/GOK]:	0,90 bis 1,80
Unterkante [m unter FOK/GOK]:	nicht durchteuft, > 4,0 m
Bodengruppe nach DIN 18196:	UL, TL
Konsistenz/Lagerungsdichte:	steif bis halbfest, fest
Homogenbereich:	B 2

Einzelheiten zur genauen Schichtenfolge mit der Bodenansprache nach DIN 18196 können den Aufschlussprofilen und Schichtenverzeichnissen /A 3/ entnommen werden.

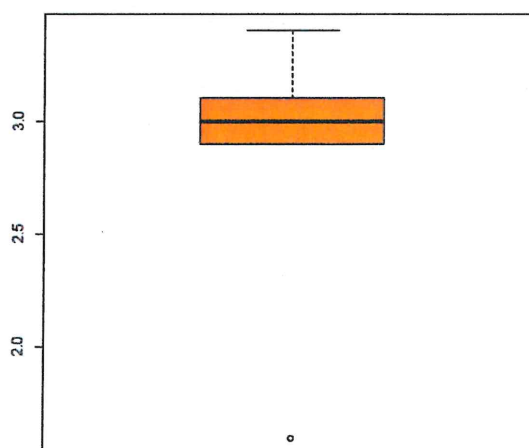
5.3 Eigenschaften

Ermittelte *Glühverluste* sind in der Anlage /A 4/ gelistet. Größenordnungsmäßig entspricht der Glühverlust dem Anteil an organischer Substanz. Die Glühverluste der Schichten im relevanten Planumbereich schwanken im Bereich unterhalb des „schwach humos“ von bei ca. 1 M.-% bis 3 M.-%. Dieser Bereich ist als bautechnisch nicht von Relevanz anzusehen (Boxplot rechts in Abbildung 1).

Sondierung	Abschnitt 10, km	Tiefenbereich	Messwert
RKS 1, Probe 2	0,550 links Fahrbahn	0.17 – 0.40	4,5
RKS 3, Probe 3	1,750 links, Fahrbahn	0.60 – 1.00	1,6
RKS 7, Probe 3	2,950 links, Fahrbahn	0.40 – 1.00	2,9
RKS 8, Probe 4	3,475 rechts, Fahrbahn	0.90 – 2.00	4,6
RKS 22, Probe 1	2,200 rechts, Nebenbereich	0.00 – 0.30	5,2
RKS 22, Probe 2	2,200 rechts, Nebenbereich	0.30 – 0.55	3,0
RKS 24, Probe 1	3,014 links, Nebenbereich	0.20 – 0.80	6,3
RKS 24, Probe 2	3,014 links, Nebenbereich	0.80 – 1.20	3,1
RKS 32b, Probe 2	3,603 rechts, Durchlass	1.30 – 1.60	3,4



Glühverluste Oberboden Nebenbereich [m]



Glühverluste Auffüllungen, Unterböden [m]

Bild 1) Glühverluste der Oberböden, unterschieden nach dem Pflughorizont (Ackerkrume,) und dem lessivierten Oberboden, gekennzeichnet durch Verarmung aufgrund von Umlagerungsprozessen.

Zur Abschätzung der *Lagerungsdichte* der Böden standen Aufzeichnungen zur Bohrbarkeit zur Verfügung. Gleiches gilt für eine Schätzung der Konsistenz. Zusätzlich standen hierzu die Wassergehaltsbestimmungen und manuelle Prüfungen zur Verfügung.

Die *Proctordichten* stehen als Erfahrungswert vergleichbarer Standorte zur Verfügung. Für das Planum kann ein Medianwert von 96 % D_{pr} gelten, für die **Aushubbereiche in der**

Verbreiterung ein Median von 85 % D_{pr}). Die Abbildung 2 zeigt eine für die angetroffenen Böden typische Verteilung der Messwerte:

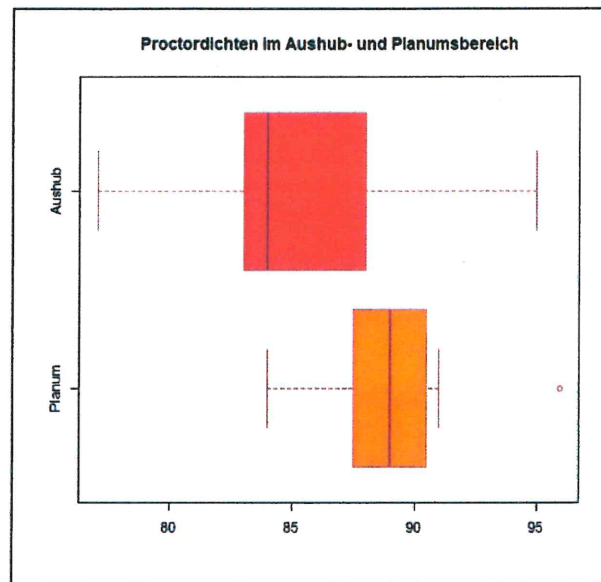


Abbildung 2a) Darstellung der Proctordichten des potentiellen Planum und der Aushubbereiche. Messungen von vergleichbaren Standorten.

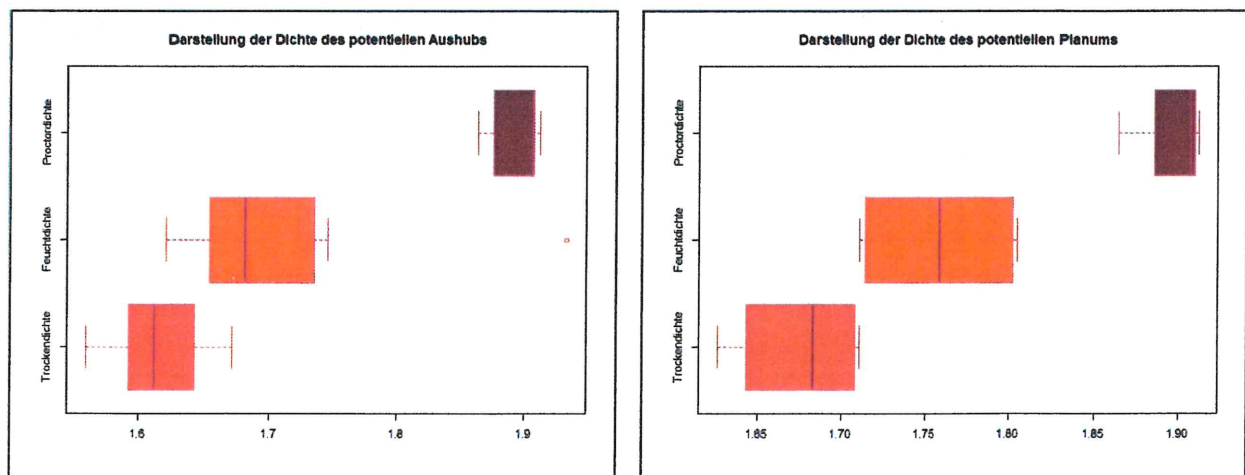


Abbildung 2a) Darstellung der bestimmten Feucht-, Trocken- und Proctordichten des potentiellen Planum und der Aushubbereiche. . Messungen von vergleichbaren Standorten.

Hinsichtlich der *Frostempfindlichkeit* ist für den Tiefenbereich der Frosteinwirkung bis max. 0,6 m unter FOK überwiegend von Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr

frostempfindlich) nach ZTV E-StB 17, Bild 2 auszugehen (siehe auch /A 3/). Das Planum des Gesamtvorhabens wird daher der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zugeordnet.

Die *Verdichtbarkeit* der Böden ist maßgeblich abhängig vom Wassergehalt. Mit den zum Zeitpunkt der Erkundung abgeschätzten Wassergehalte erscheinen die oberen Böden aufgrund der Austrocknung schlecht verdichtungsfähig. Eine gute Verdichtbarkeit der anstehenden Böden im Verbreiterungsbereich wird bei ca. 12 M.-% erwartet.

Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte können nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden mit $k_f = 10^{-5}$ bis $k_f = 10^{-6}$ m/s für die oberen Bodenhorizonte und $k_f = 10^{-7}$ bis $k_f = 10^{-9}$ m/s für den Geschiebemergelkomplex angegeben werden. Detailangaben finden sich im Kapitel 7.5.

Charakteristische Bodenkenngößen

Für erdstatische Berechnungen können die charakteristischen Bodenkenngößen der nachfolgenden Tabelle 2 verwendet werden. Bei diesen Werten handelt es sich um Daten, gewonnen aus direkten Aufschlüssen, ausgeführt im Rahmen dieser Untersuchung und Korrelationen aus Untersuchungen an ähnlichen Böden. Dieser Ansatz ist für Bauten der Geotechnischen Kategorie 1 (GK 1) zulässig (DIN 4020 bzw. Handbuch EC7-1 und EC7-2).

Bodenart	Wichte	Scherfestigkeit		Steife- modul
	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c'/c_u [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Böden, gemischtkörnig	19/10	30	-/2	30
Geschiebemergelkomplex	20/10	27,5	2/20	80

Tabelle 2a) Charakteristische Bodenkenngößen. Die Größe der Steifemoduln ist neben der Art und Beschaffenheit des Bodens auch von den jeweils herrschenden Spannungen im Boden abhängig. Es kann daher lediglich eine Bandbreite angegeben werden.

Schicht	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Bautechnische Eigenschaften ¹⁾			Bautechnische Eignungen ¹⁾		Bohrbarkeit nach DIN 18301	Bodenklass e nach DIN 18311
			1	2	3	4	5		
gemischt- körnige Sande	A, SU* OH, SU*	1, 3	-	-	mittel	-	-	BN1, BN 2	NB 1, NB 2
Geschiebe mergelkomp lex	SU*, UL, TL	4	mäßi g	sehr groß	groß	unge- eignet	mäßig ge- eignet	BN 1	NB 2, BOB 1

Tabelle 2b) Technologische Kennwerte. ¹⁾ 1 Verdichtungsfähigkeit, 2 Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit, 3 Frostempfindlichkeit, 4 Baustoff für Erd- und Baust Straßen, 5 Baustoff für Straßenbau- und Bahndämme.

5.4 Baugrundmodell

Aus den gewonnenen Geländedaten lässt sich für den Verbreiterungsbereich folgendes Baugrundmodell ableiten:

Unterkante [m unter GOK]	Schicht / Homogenbereich
0,30 ¹⁾	humose Böden A/OH
0,70	gemischtkörnige Sande B 1
3,00	Geschiebelehm/ -mergel und gemischtkörnige Sande B 2 / B 1

¹⁾ Bei deutlichen Humusgehalt diese Böden bei Aushubarbeiten tiefer gehend entfernen

5.5 Homogenbereiche

Ein Homogenbereich ist ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abhebt.

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind zu beachten und bei der Einteilung zu berücksichtigen. Künstliche Böden sind, soweit möglich, in gleicher Weise wie natürliche zu beschreiben (ATV DIN 18300 2016-09).

Die Festlegung der Homogenbereiche wird somit auch durch das Bauverfahren bestimmt. Das Bauverfahren im Detail ist nicht bekannt. Ergebnisse aus Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit möglicher Ausbaustoffe liegen vor. Die mit dem vorliegenden Untersuchungsbericht festgelegten Homogenbereiche sind mit der weiteren Planung und Ausschreibung abzugleichen.

Die Festlegung der Homogenbereiche erfolgt maßgeblich unter Berücksichtigung der bodenmechanischen Eigenschaften der angetroffenen Böden (siehe Tabelle 2). Auf der Grundlage der bisher bekannten Angaben zum Bauvorhaben und der vorliegenden Untersuchungen legen wir nach DIN 18 300 Ausgabe 2015 und ZTV E-StB 17, Punkt 3 folgende Homogenbereiche fest:

Homogenbereich	Schicht	Lage
A/O	schwach humose bis humose Böden, Auffüllungen	bis max. 0,5 m unter FOK / GOK erkundet
B 1	Gemischtkörnige Sande	bis max. 0,7 m unter GOK
B 2	Geschiebemergelkomplex	gesamtes Untersuchungsgebiet

Tabelle 3) Homogenbereiche

Angaben zu den Eigenschaften und Kennwerten der Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle 4) entnommen werden:

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich A/O	Homogenbereich B 1	Homogenbereich B 2
Ortsübliche Bezeichnung	humose Oberböden, schwach humose Auffüllungen	Unterböden mit Tonanreicherung, gemischtkörnige Sande, Geschiebedecksand Geschiebesand	Geschiebelehm, Geschiebemergel,
Bodengruppe DIN 18196	[SU*-OH], [SU*], OH-SU, A	SU*, ST	UM, TL
Masseanteil Steinen, qualitative Beschreibung	< 10	< 10	< 10
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 22476-2	überwiegend mitteldicht	überwiegend mitteldicht	-
Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich A/O	Homogenbereich B 1	Homogenbereich B 2
Konsistenz DIN EN ISO 14688-1	-	halbfest bis fest	überwiegend steif bis halbfest
Bewertung nach LAGA TR Boden 2004		-	-

Tabelle 4) Homogenbereiche

5.6 Grundwasser, Versickerung Allgemeines

Während der Aufschlussarbeiten im Zeitraum vom 19.09.2022 – 05.10.2022 wurde kein Grundwasser angetroffen. Schichtenwasser fand gleichfalls nicht. Die Durchläse waren trocken gefallen. Mit Beeinflussungen des Baugeschehens durch Schichtenwasser ist lediglich bei einem intensiven Niederschlagsgeschehen zu rechnen. Die Böden waren mit einem als sehr gering abgeschätzten Wassergehalt relativ trocken.

In /U 5/ ist der Grundwasserflurabstand im Bereich der Strecke mit > 10 m gekennzeichnet. Lediglich im Bereich des Ortseinganges Grischow ist ein Grundwasserflurabstand von > 10 m unter GOK ausgewiesen. Dieser Wasserstand wird als Mittlerer jährlicher höchster Grundwasserstand (MHGW) angenommen.

Anhand von Erfahrungswerten und Bestimmungen des Wasserschluckwertes nach DIN 18035-4 an vergleichbaren Böden wurden die Versickerungswerte abgeschätzt. Es werden folgende Bemessungswerte für Versickerungsanlagen nach DWA-A 138 angenommen:

Oberflächenversickerung:

$k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Böden mit einem k_f -Wert von $10^{-4} \text{ m/s bis } 10^{-6} \text{ m/s}$ gelten nach DIN 18130-1 als durchlässig, Böden mit einem k_f -Wert von $10^{-6} \text{ m/s bis } 10^{-8} \text{ m/s}$ als schwach durchlässig. Durchlässige Böden bieten gute Voraussetzungen für Versickerungsanlagen. Die oberen Bodenhorizonte sind nach DWA-A 138 grundsätzlich für den Bau Versickerungsanlagen (hier Versickerung über Mulden) geeignet, jedoch wird es beim Fassungsvermögen Einschränkungen geben. Zur Bemessung derartiger Anlagen empfehlen wir die Durchführung von Versickerungsversuchen.

6. Fahrbahnbefestigung

6.1 Allgemeines

Die mit dem Untersuchungsbericht vorgelegten Beurteilungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände und den Umfang der Untersuchungen.

Der Auftraggeber beabsichtigt eine Erneuerung der Trasse im Hocheinbau mit gegebenenfalls seitlicher Verbreiterung vorzunehmen. Empfohlen wird ein Ausbau nach RDO in freier Dimensionierung.

Für das gesamte Bauvorhaben ist für die im Untergrund/Planum anstehenden Auffüllungen von der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auszugehen.

Bei gemäß RStO 12 ergibt sich bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 Böden eine Minstdicke des frostsicheren Oberbaus wie folgt:

Untergrund F 3 (Minstdicke)	60 cm
Frosteinwirkzone II	+ 5 cm
<u>Schichtenwasser</u>	<u>+ 5 cm</u>
	70 cm

6.2 Gründungs- und Ausbauempfehlungen auf der Grundlage der FWD und Georadar-Messungen

Ertüchtigung des Fahrbahnkörpers

Die FWD-Befahrung und Georadar-Messungen dienen der quasi-kontinuierlichen Tragfähigkeits- und Schichtdickenerfassung des vorhandenen Straßenkörpers sowie einem Abbilden der Untergrundverhältnisse. Details hierzu sind den entsprechenden Berichten zu entnehmen.

Die Verhältnisse von linker und rechter Fahrbahnseite sind verschieden – linksseitig befinden sich dünne Schichten in ungebundener Bauweise („Sommerweg). Die rechte Fahrbahnseite ist durch ein Natursteinpflaster unmittelbar unterhalb der Asphaltdecke geprägt. Hieraus resultiert

ein aus technologischen Gründen einheitlicher Ausbauvorschlag in freier Bemessung in Anlehnung an die RStO 2012 für die gewünschte Belastungsklasse Bk1.0.

Ausbau in freier Bemessung, Hocheinbau

13,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
4,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
7,0 cm	vorhandene Asphalt-Befestigung	(Mindestmaß im Ansatz)
25,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Die vorgeschlagenen Einbauvariante stellt eine wirtschaftliche Erneuerungsbauweise dar, ist jedoch nicht regelkonform im Sinne von RStO 12/20 und ZTV BEA 09-13.

Ein Erreichen der Tragfähigkeit des Straßensystems der Belastungsklasse Bk1,0 kann nachgewiesen werden. Ein Erreichen der Frostsicherheit nach den Festlegungen der RStO 10 ist jedoch nicht vollständig gegeben.

Soll eine Frostsicherheit des Straßenaufbaus im Sinne der RStO 12 erreicht werden, so ist eine Orientierung an einem vollgebundenen Oberbau gem. RStO 12, Tafel 4 möglich. Ein Ausbau wird dann wie folgt vorgeschlagen:

Ausbau in Anlehnung an die RStO 12, Tafel 4, vollgebundener Oberbau, Hocheinbau

10,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
13,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
7,0 cm	vorhandene Asphalt-Befestigung	(Mindestmaß im Ansatz)
30,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Ein grundhafter Ausbau, regelkonform und frostsicher sähe wie nachstehend dargestellt aus (RStO 12, Tafel 1, Zeile 3:

4,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70	
10,0 cm	Profilausgleich AC 16 B N mit Bitumen 50/70	
15,0 cm	Schottertragschicht	Ev2 ≥ 150
41,0 cm	Frostschuttschicht	Ev2 ≥ 120
70,0 cm	Oberbau	
Planum, F 3,		

Verbreiterung Nebenbereiche

Im Straßenbereich rechtsseitig ist eine Verbreiterung des Fahrbahnkörpers vorgesehen. Hierzu empfehlen wir eine vollgebundenen Oberbau nach RStO 12/20. Es ist eine Belastungsklasse Bk1.0 gewünscht:

Vollgebundener Oberbau

4,0 cm	Asphaltbeton AC 11 D N mit Bitumen 50/70
26,0 cm	Asphalttragschicht AC 22 T N mit Bitumen 50/70
30,0 cm	Oberbau
Planum, F 3 Boden	
Ev ₂ ≥ 45 MPa	

Ausführungen zur Tragfähigkeit des Planums können dem Abschnitt 5.3 entnommen werden. Zusammengefasst wurde festgestellt, dass die Böden im Planum zum Untersuchungszeitpunkt ein gutes Tragverhalten aufwiesen.

Das gemischt- bis feinkörnige Planum wird empfindlich auf ein Vernässen reagieren. Dies ist beim Bauvorschrift (feuchte Wetterlagen meiden), der Bautechnologie (vor Kopf Arbeiten, statisches Verdichten ist zu bevorzugen, Vibration zu vermeiden) zu berücksichtigen.

Trotz einer sorgfältigen Bauausführung kann ein unterschiedliches Langzeit-Setzungsverhalten der Verbreiterung nicht ausgeschlossen werden. Als Konsequenz sehe ich 2 Möglichkeiten, dem zu begegnen: Wenn sich nach einer gewissen Nutzungsdauer ein Riss einstellt, ist dieser zeitnah zu vergießen oder, es kann eine Fuge im Kontaktbereich der Verbreiterung mit dem bestehenden Fahrbahnkörper angelegt werden.

6.2.1 Weitere Hinweise

Für die Überwachung der Herstellung des Planums sollte die Methode M 3 gemäß ZTV E-StB 17 vereinbart werden. Mit der Festlegung auf die Methode M 3 sind eine Probeverdichtung und die Erstellung einer Arbeitsanweisung vereinbart. Das sollte im Leistungsverzeichnis aufgenommen werden.

Bei der Durchführung den Kontrollprüfungen sind die im Punkt jeweils genannten Verdichtungs- bzw. Tragfähigkeitsanforderungen zu überprüfen. Für das Planum sowie für die darüber aufzubauenden Schichten gelten die ZTV E-StB 17, TL SoB-StB 04/07 und ZTV SoB-StB 04/07.

Für die einzubauenden Asphaltsschichten gelten die Anforderungen der TL Asphalt-StB 07/13 und der ZTV Asphalt-StB 07/13. Auf den Leitfaden des DAV wird verwiesen

Die Angaben zu den zu verwenden Bindemittelarten und -sorten beziehen sich auf Frischbindemittel. Bei der Verwendung von Asphaltgranulat kann das resultierende Bindemittel abweichen (siehe Regelungen in den TL Asphalt-StB 07/13, Abschnitt 3.1.1).

Hinsichtlich der einzubauenden Asphaltsschichten gelten die Anforderungen der TL Asphalt-StB 07/13 und der ZTV Asphalt-StB 07/13.

Zwischen den einzelnen Einbaulagen sollte zur Gewährleistung eines guten Haftverbundes ein Anspritzen mit lösemittelhaltiger Bitumenemulsion C40BF1-S gemäß ZTV Asphalt-StB 07/13, Teil 3.3 erfolgen. Die Art und Dosierung der Bitumenemulsion ist der Tabelle 8 zu entnehmen. Kommt es zur Ausbildung von Nähten (möglicherweise in Verbreiterungen), sind die einzelnen Schichten und Lagen um mindestens 15 cm zu versetzen. Ist ein Versatz nicht möglich, ist eine Fuge anzuordnen. Bei Arbeitsunterbrechungen in der Asphaltdeckschicht sind bis zu 3 m der Einbaubahn wieder zu entfernen und der Ansatz in der ganzen Dicke der Schicht abzukanten und gleichmäßig beispielsweise mit Straßenbau- oder Polymermodifiziertem Bitumen anzustreichen oder anzusprühen, so dass ein einwandfreier Anschluss zwischen den Abschnitten sicher gestellt ist.

Die Arbeitsweisen für den Einbau „heiß an heiß“ bzw. „heiß an kalt“ sind in den Abschnitten 3.3.2.1 bzw. 3.3.2.2 dargestellt.

Die Randausbildung ist entsprechend der ZTV Asphalt-StB 07/13, Abschnitt 3.3.4 auszuführen. Wird schichtenweise abgedichtet, so ist die angrenzende Oberfläche der jeweiligen Schicht mit einer Bitumenmenge von mindestens 150 g/m² je Meter Einbaulänge und in einer Breite von ca. 10,0 cm in die Abdichtung mit einzubeziehen. Nach dem Herstellen der Verkehrsflächenbefestigung aus Asphalt mit einer einseitigen Querneigung sind der höher liegende Rand und in Verwindungsbereichen beide Ränder abzudichten. Hierzu ist auf die gesamte Flankenfläche eine Bitumenmenge von mindestens 40 g je Zentimeter Schichtdicke und Meter Einbaulänge heiß aufzubringen. Damit kann das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert werden. Zur Stabilisierung der Randbereiche (Befahrbarkeit) ist die zusätzliche Ausbildung einer Bankettbefestigung zu empfehlen.

Zur Erhöhung der Anfangsgriffigkeit sind gem. ZTV Asphalt-StB 07/13, Teil 3.8.5 Asphaltdeckschichten mit einer gebrochenen (rohen oder bindemittelumhüllten) Gesteinskörnung (C_{90/1}) der Lieferkörnung 1/3 (etwa 0,5-1,0 kg/m²) abzustumpfen.

Dem Auftraggeber wird empfohlen, alle Sonderleistungen wie z. B. Nahtausbildung und ggf. Herstellung des Haftverbundes zwischen den Asphaltsschichten durch Anspritzen der Unterlage auszuschreiben.

Für die Verbreiterung:

Das Planum kann in der erforderlichen Tiefe in den anstehenden Böden unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise hergestellt werden.

- Nach der Aufnahme des stark humosen Bodens und dem erforderlichen Aushub ist die Aushubsohle zu planieren und sorgfältig zu verdichten.
- Die Wahl des Verdichtungsgerätes und Verfahrens (statisch oder dynamisch) muss unter Beachtung der Untergrundverhältnisse erfolgen. Der Untergrund ist in seiner Struktur nicht zu stören.

7. Verwendung des Ausbauasphalts Aushubs, Wiedereinbau und Deklarationsanalytik

Eine Untersuchung potentiellen Ausbauasphalts folgte den Richtlinien nach RuVA-StB 01. Eine Deklarationsanalytik liegt wie folgt vor:

Proben-Nr.	Bohrsondierung Probe	Verwertungsklasse	verursachender Parameter
Pr. 8 22-14362-001	Bohrkern 1	A	-
Pr. 9 22-14362-002	Bohrkern 3	A	-
Pr. 10 22-14362-003	Bohrkern 7	A	-
Pr. 12 22-14362-004	Bohrkern 12	A	-

Tabelle 6a) Deklarationsanalytik von Ausbauasphalt.

Zur Untersuchung des Asphalts auf Asbest wurden 2 Proben zur Analyse aus Asbest/KMF gemäß dem BIA-Verfahren 7487:1997-04 sowie dem BIA-Verfahren 7487:1997-4 unter Berücksichtigung der Vorgaben der TRGS 517 untersucht.

Es wurden weder Asbestfasern noch KMF (WHO - Fasern) festgestellt. Die Analyseergebnisse sind der Anlage /A 5/ zu entnehmen.

Potentielle Ausbauerdstoffe wurden nach LAGA TR Boden (mineralische Fremdbestandteile < 10 M.-%) auf umweltrelevante Schadstoffe untersucht.

Nachstehende Tabelle 6b listet die Ergebnisse der Untersuchungen. Sämtliche Prüfberichte der AZBA finden sich in der Anlage /A 5/.

Proben-Nr.	Bohrsondierung Probe	LAGA TR Boden/ LAGA M 20	verursachender Parameter
Pr. 1 22-14363-001	Mischprobe 1/3, 1/4, 3/3, 5/3, 7/3, 11/3	Z 0	TOC in Feststoff
Pr. 2 22-14363-002	Mischprobe 14/1, 14/2, 15, 1, 15/2, 16/1, 16/2, 17/1, 17/2, 18/1, 18/2, 19/1, 19/2, 20/1, 20/2, 21/2, 21/2	Z 1.1	TOC in Feststoff
Pr. 3 22-14363-003	Mischprobe 22/1, 22/2, 23/1, 23/2, 24/1, 25/1, 25/2, 26/1, 26/2, 28/1, 28/2	Z 1.1	TOC in Feststoff

	Bohrsondierung Probe	LAGA TR Boden/ LAGA M 20	verursachender Parameter
Pr. 4 22-14363-004	Mischprobe 29a/1, 9a/2, 30/1, 30/2, 30/3	Z 1.1	TOC in Feststoff
Pr. 5 22-14363-005	Mischprobe 31/1, 31/2, 32/1, 32/2, 33/1, 33/2	Z 1.1	TOC in Feststoff
Pr. 6 22-14363-006	Mischprobe Bankett links	Z 2	TOC in Feststoff
Pr. 7 22-14363-007	Mischprobe Bankett rechts	Z 2	TOC in Feststoff

Tabelle 6b) Zusammenstellung der Analyseergebnisse und Einstufung nach LAGA TR Boden.

Das Material aus den oberen Bodenhorizonten (Zuordnungswert Z1.1) ist nach § 202 BauGB als Mutterboden zu betrachten und ist in seinem nutzbaren Zustand zu erhalten. Es erwies sich nach dem Mindestuntersuchungsumfang für Bodenmaterial nach TR Boden (2004) bei unspezifischem Verdacht als frei von Belastungen.

Bei der Verwertung von Erdstoffen mit einer Herkunft unterhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht sind zusätzlich die Regelungen der §§ 9 ff. BBodSchV die „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA Mitteilung 20)“ zu beachten. Ein TOC-Wert oberhalb des entsprechenden Zuordnungswertes bedeutet nicht, dass das Bodenmaterial zwangsläufig beseitigt werden muss. Häufig kann und sollte es unter bestimmten Bedingungen verwertet werden („Verwertung vor Beseitigung“, § 6 Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG); die LAGA M 20 sieht in solchen Fällen eine Einzelfallprüfung vor. Für die Verwertung von Bodenmaterial, das den TOC-Wert überschreitet, ist in Zweifelsfällen die Wasserbehörde einzuschalten. Die Verwertung von solchem Material ist in Wasserschutzgebieten nicht möglich. Es sei auf die Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung) verwiesen. Hier enthalten sind entsprechende Handlungsanweisungen.

Die LAGA TR Boden 2004 definiert auch umweltrelevante Anforderungen für den Einbau von, als Straßenbaustoff aufbereiteter Abfälle der Materialgruppen Boden und Bauschutt. Die unterschiedlichen Anforderungen werden in Einbauklassen geregelt:

Abfälle der Abfallart Boden mit dem Zuordnungswert Z 0 werden der Einbauklasse 0 zugeordnet. Diese Materialien unterliegen keinerlei Einbaueinschränkungen im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit. Ein Einbau kann „uneingeschränkt in technischen Bauwerken oder als zur Herstellung einer natürlichen Bodenfunktion erfolgen. Bei der Verwertung in einer bodenähnlichen Anwendung muss das Bodenmaterial im Endzustand natürliche Bodenfunktionen erfüllen können.“

Materialien, welche den Zuordnungswert Z 1 einhalten, dürfen in technischen Bauwerken in ungebundener oder wasserdurchlässiger Bauweise eingebaut werden (Einbauklasse 1). Ihr Einbau wird entsprechend eingeschränkt.

8. Schlussbemerkungen

Das vorliegende Gutachten setzt die Einstufung des Vorhabens in die Geotechnische Kategorie 1 gemäß M GUB 04 voraus und beruht auf den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung anhand von 13 Kernbohrungen und 38 Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von max. 4 m unter GOK, eigenen Untersuchungen an gewonnenen Erdstoffproben im Labor, chemischen Analysen der AZBA, Korrelationen mit vergleichbaren Böden sowie Erfahrungswerten.

Zur Bestimmung der Tragfähigkeit des vorhandenen Systems wurden insgesamt 188 Messpunkte mit dem FWD (Falling Weight Deflectometer) geprüft und ausgewertet.

Der kontinuierlichen Feststellung von Schichtdicken des Asphalt, dem Oberbau und Untergrund dienten versuchsweise Georadarbefahrungen auf beiden Straßenseiten sowie ein Querprofil.

Aufgrund der kontinuierlichen Aufzeichnung des Untergrundes ist ein sehr genaues Abbild der Untergrundverhältnisse vorhanden. Hilfsweise und aufgrund dessen, dass die Georadarbefahrung nicht Auftragsbestandteil war, werden Abweichungen von den im Gutachten enthaltenen Aussagen nicht ausgeschlossen. Eine sorgfältige Überwachung der Erdbauarbeiten sowie eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich mit den im Gutachten enthaltenen Angaben ist dringend zu empfehlen.

Der Auftraggeber wünscht einen Ausbau in der Belastungsklasse Bk1,0 gem. RStO 12. Ich halte diese Dimensionierung als zu gering ausgelegt und empfehle einen Ausbau mindestens nach der Belastungsklasse Bk1,8 nach RStO 12 (siehe Tabelle 2 RStO 12).

Alle Angaben sind nach Fortschreibung der Planung zu überprüfen. Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung noch offener Fragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.