



Geotechnik



BAUGRUNDGUTACHTEN

Projekt-Nr.:	20/2387
Bauvorhaben:	Gießen – Fulda Strecke 3700 Beseitigung BÜ km 99,9 Neubau Ersatzweg und Neubau Betonschaltheus km 99,521
Auftraggeber:	WSP Infrastructure Engineering GmbH Rudower Chaussee 12 F 12489 Berlin
Aufsteller:	Baugrund Stralsund Ing. mbH Carl-Heydemann-Ring 55 18437 Stralsund Dipl.-Geol. Felicitas Krause

Stralsund, 30. Juni 2021

INHALT

1	Unterlagenverzeichnis.....	3
2	Anlagenverzeichnis	4
3	Bauvorhaben / Aufgabenstellung	4
4	Feld- und Laborarbeiten	5
4.1	Baugrunderkundung.....	5
4.2	Laboruntersuchungen	6
4.2.1	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
4.2.2	Chemische Analytik.....	6
5	Baugrundverhältnisse und Wasserverhältnisse.....	7
5.1	Baugelände.....	7
5.2	Baugrundsichtung	8
5.3	Baugrundeigenschaften, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	9
5.4	Ergebnisse der chemischen Analytik.....	12
5.5	Wasserverhältnisse.....	14
6	Berechnungskennwerte	14
6.1	Charakteristische Bodenkennwerte.....	14
6.2	Auffüllungen / Hinterfüllungen	15
7	Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	15
7.1	Verkehrsflächen	15
7.2	Betonschaltheus (BSH).....	16
7.3	Baugruben und Wasserhaltung.....	16
7.4	Schutz des Planums / Aushubsohlen	17

1 Unterlagenverzeichnis

- U 1 Leistungs- und Honorarangebot Nr. 517/20 vom 17. Juli 2020 / Angebots-
aufforderung vom 02. Juli 2020

- U 2 Auftrag vom 05. August 2020

- U 3 Änderung der Bahnübergangsanlagen, Strecke 3700, Gießen – Fulda, Kreu-
zungsplan - Bodengutachten, BÜ 99,9 „Wirtschaftsweg“, km 99,906; Beseiti-
gung, Plan-Nr. IW 3700:099;9:23 001, WSP Berlin, Stand: 30. November 2020

- U 4 Änderung der Bahnübergangsanlagen, Strecke 3700, Gießen – Fulda, Lage-
plan Ersatzweg – Bodengutachten, BÜ 99,9 „Wirtschaftsweg“, km 99,906; Be-
seitigung, Plan-Nr. IW 3700:099;9:23 002, WSP Berlin, Stand: 30. November
2020

- U 5 Änderung der Bahnübergangsanlagen, Strecke 3700, Gießen – Fulda, Lage-
plan Stw „Mf“, Detail Betonschaltheus, BÜ 99,521, Plan-Nr. IW 3700:100,2.23
008, WSP Berlin, Stand: 30. November 2020

- U 6 Schichtenverzeichnisse und Bodenproben der Bohrsondierungen BS 1/21 bis
BS 6/21, TERRATEC Baugrunduntersuchung, 22./23. Februar 2021

- U 7 Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen DPH 1/21, DPH 3/21,
DPH 5/21 und DPH 6/21, TERRATEC Baugrunduntersuchung, 23. Februar
2021

- U 8 Asphaltproben (AP1 und AP 2), entnommen aus der Wegbefestigung (vgl.
Anlage 1), TERRATEC Baugrunduntersuchung, 23. Februar 2021

- U 9 Vermessungsunterlagen der Höhen- und Lagemessung der Aufschlussan-
satzpunkte, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, 23. Februar
2021

- U 10 Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1, BAUGRUND Stralsund Ing. mbH,
19. April 2021

U11 Prüfberichte 21-2092-001 bis -003, Industrie- und Umweltlaboratorium GmbH,
16. März 2021 (Analytik Asphalt, Boden)

2 Anlagenverzeichnis

A 1	2 Blatt	Lage- und Aufschlussplan
A 2	2 Blatt	Bohrprofile und Sondierdiagramme
A 3	12 Blatt	Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1
A 4	6 Blatt	Prüfberichte Nr. 21-1092-002 und -003 (Analytik Boden)
A 5	2 Blatt	Prüfbericht Nr. 21-1092-001 (Analytik Asphalt)
A 6	1 Blatt	Zusammenstellung chemische Analytik-Boden
A 7	1 Blatt	Bemessungswert Sohlwiderstand, Einzelfundamente BSH

3 Bauvorhaben / Aufgabenstellung

An der Bahn-Strecke 3700 ist die Aufhebung des Bahnüberganges bei km 99,9 und der Neubau eines Ersatzweges für Fußgänger zum Bahnübergang km 100,2 in ungebundener Bauweise mit einer Breite von 2,0 m geplant. Der Ersatzweg wird bahnparallel geführt. Folgender Aufbau gemäß DWA – A 904, Bild 8.3, Zeile 11, Spalte 6 ist geplant:

8 cm Deckschicht (hydraulisch gebunden)
20 cm Frostschuttschicht 0/32
28 cm Gesamtdicke

Beim v. g. Aufbau ist gemäß DWA-A 904 auf dem Planum ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Darüber hinaus ist der Neubau eines Betonschaltheuses (BSH) bei km 99,521 geplant. Die Gründung erfolgt standardisiert gemäß U5 auf Fertigteilfundamenten (kleine Bauform).

Weitere bautechnische Angaben liegen derzeit nicht vor.

Die BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH wurde mit der Durchführung von Baugrunderkundungen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens zum geplanten Bauvorhaben einschließlich der abfalltechnischen Bewertung der potenziellen Aushubböden und Baustoffe beauftragt.

4 Feld- und Laborarbeiten

4.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Februar 2021 fünf Bohrsondierungen (BS 1/21 bis BS 5/21) mit einer Tiefe von 3,0 m für die Beurteilung des geplanten Ersatzweges abgeteuft.

Im Bereich des geplanten Betonschalthauses wurde eine Bohrsondierung (BS 6/21) mit einer Tiefe von 5,0 m ausgeführt.

Die direkten Aufschlüsse wurden durch indirekte Aufschlüsse in Form von Schweren Rammsondierungen (DPH 1/21, DPH 3/21, DPH 5/21 und DPH 6/21) ergänzt.

Darüber hinaus wurden aus der derzeitigen Wegbefestigung am bestehenden Bahnübergang zwei Asphaltproben (vgl. Anlage 1) entnommen.

Sämtliche Aufschlussansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig (NHN) eingemessen.

Aus den Bohrsondierungen wurden Bodenproben je laufenden Meter und bei Schichtwechsel entnommen. Zum Nachweis der Leitungsfreiheit wurden vor dem Abteufen der Bohrsondierungen Handschachtungen bis 1,2 m Tiefe je Ansatzpunkt ausgeführt.

Eine Übersicht über die Aufschlüsse zeigen der Lage- und Aufschlussplan in Anlage 1 sowie Tabelle 1. Die höhengerecht dargestellten Schichtenprofile und Sondierdiagramme sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht über die Aufschlussansatzpunkte

Aufschluss	Höhe Ansatzpunkt [m NHN]	Aufschlussstiefe [m]	Endteufe [m NHN]	Lage
BS 1/21 + DPH	+296,55	3,0 / 2,7 ^{*)}	+293,55 / +293,85	Ersatzweg
BS 2/21	+297,39	3,0	+294,39	
BS 3/21 +DPH	+295,76	3,0 / 2,4 ^{*)}	+292,76 / +293,36	
BS 4/21	+291,72	3,0	+288,72	
BS 5/21 + DPH	+291,36	3,0 / 3,0	+288,36 / +288,36	
AP 1 ,AP 2 (Asphaltproben)	entnommen aus der Wegbefestigung am BÜ			
BS 6/21 DPH	+300,57	5,0 / 3,4 ^{*)}	+295,57 / +297,17	BSH

^{*)} Abbruch, Abbruchkriterium erreicht

4.2 Laboruntersuchungen

4.2.1 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Während der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben wurden die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Die detaillierten Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind dem Laborprüfbericht in Anlage 3 zu entnehmen.

4.2.2 Chemische Analytik

Zur abfalltechnischen Bewertung der potenziellen Aushubböden wurden aus den während der Aufschlussarbeiten entnommenen Einzelproben zwei Mischproben (MP 2 und MP 3) fachgerecht zusammengestellt und im chemischen Labor (Industrie- und Umweltlaboratorium Greifswald) auf den Parameterumfang gemäß der LAGA-TR Boden untersucht.

Die für die Herstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Mischproben - Boden

Misch- probe	Einzelproben		Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196
	Aufschluss	Entnahmetiefe m u. GOK		
MP 2	BS 1/21	0,0 - 0,2	Auffüllung (Kies, organisch)	[OH]
	BS 2/21	0,0 - 0,2		
	BS 3/21	0,0 - 0,2		
	BS 4/21	0,0 - 0,3		
	BS 5/21	0,0 - 0,3		
MP 3	BS 6/21	0,0 - 0,2	Auffüllung (Schluff, organ.)	[OU]

Die Analysenergebnisse im Einzelnen gehen aus den Prüfberichten der Anlage 4 hervor. Die Ergebnisse der chemischen Analytik sind in Anlage 6 zusammengefasst und den relevanten Grenzwerten der geltenden Richtlinien gegenübergestellt. Unter Abschnitt 5.4 des vorliegenden Gutachtens erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse der chemischen Analytik.

Zur Bewertung der Wiederverwertbarkeit des Ausbauasphaltes wurde eine Mischprobe aus den Proben der Wegbefestigung hergestellt und im chemischen Labor (Industrie- und Umweltlaboratorium Greifswald) gemäß RuVA-StB auf die Parameter PAK und Phenole analysiert. Die detaillierten Analysenergebnisse sind dem Prüfbericht in Anlage 5 zu entnehmen. Unter Abschnitt 5.4 erfolgt eine Bewertung der vorliegenden Analysenergebnisse.

5 Baugrundverhältnisse und Wasserverhältnisse

5.1 Baugelände

Das Baugelände liegt in Westen der Stadt Fulda. Die genaue Lage geht aus dem Lage- und Aufschlussplan der Anlage 1 hervor.

Das Gelände entlang der Bahnanlage (Damm) fällt in südöstliche Richtung stark ein. Die Höhen der Aufschlussansatzpunkte liegen zwischen +300,6 m NHN (BS 6/21) und +291,4 m NHN (BS 5/21).

5.2 Baugrundsichtung

Nachfolgend wird die wesentliche Baugrundsichtung zusammenfassend dargestellt. Einzelheiten sind den zugehörigen Bohrprofilen in Anlage 2 in Verbindung mit dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Die angegebenen Schichtnummern werden im Gutachten durchgängig verwendet.

Im Bereich des geplanten Ersatzweges wurden als Geländedeckschicht Auffüllungen, bestehend aus organisch durchsetzten Kiesen (Schicht Nr. 1a) mit Mächtigkeiten von 0,2 bis 0,3 m, angetroffen. Unterhalb der Auffüllungen stehen hier vom BÜ (km 99,9) bis etwa Bahn-km 100,15 (BS 1/21, BS 2/21) bis zur Endteufe der Bohrsondierungen von 3,0 m Kiese (Schicht Nr. 2) an. Bei den Kiesen handelt es sich weitestgehend um Kalk- und Tonsteinreste. Die Kiese sind ausgehend von den Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen dicht gelagert.

Von Bahn-km 100,15 bis Bauende werden die Auffüllungen von gemischtkörnigen Böden (Schluffe bzw. Sande mit tonigen und kiesigen Beimengungen) unterlagert (Schicht Nr. 3), die bis ca. 1,8 m unter Gelände eine steife bis halbfeste Konsistenz (Schicht Nr. 3a) aufweisen. Darunter liegt eine halbfeste bis feste Konsistenz (Schicht Nr. 3b) vor.

Sowohl bei der Schicht Nr. 2 als auch bei der Schicht Nr. 3 handelt es sich um zu Lockergestein zersetztem Festgestein (Verwitterungsprodukte in Form von Verwitterungsschutt bzw. Verwitterungslehm), wobei der Zersetzungsgrad differiert und sich deutlich im Kiesanteil widerspiegelt.

Im Bereich der BS 6/21 (Betonschaltheus) wurde unter einer 0,2 m mächtigen bindigen Auffüllung (Schicht Nr. 1b) bis zur Endteufe der Bohrsondierung von 5,0 m Ton angetroffen, der bis 2,7 m unter GOK (+297,87 m NHN) eine steife bis halbfeste Konsistenz (Schicht Nr. 4a) aufweist. Darunter liegt eine halbfeste bis feste Konsistenz (Schicht Nr. 4b) vor.

5.3 Baugrundeigenschaften, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Nachfolgend werden die bodenmechanischen Eigenschaften der Böden zusammenfassend beschrieben. Einzelheiten sind den Schichtenprofilen der Anlage 2 in Verbindung mit dem Lageplan der Anlage 1 und dem bodenmechanischen Laborprüfbericht in Anlage 3 zu entnehmen. Die Benennung der Schichten erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-1, die bautechnische Klassifikation in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Schicht 1a	Auffüllung Kies, sandig bis stark sandig z.T. schwach schluffig schwach organisch bis organisch lockere bis mitteldichte Lagerung	[OH]
Schicht 1b	Auffüllung Schluff, tonig, sandig schwach organisch leicht bis mittelplastisch weiche bis steife Konsistenz	[OU]
Schicht 2	Kies (Verwitterungsschutt) Kies, sandig bis stark sandig schwach schluffig bis schluffig dichte bis sehr dichte Lagerung	GU, GU*
Schicht 3a	Schluff, kiesig (Verwitterungslehm) Schluff bzw. Sand, schwach tonig kiesig bis stark kiesig z.T. organische Beimengungen leicht bis mittelplastisch steife bis halbfeste Konsistenz	TL, TM, (OU)

Schicht 3b	Schluff, kiesig (Verwitterungslehm) Schluff bzw. Sand, schwach tonig, kiesig bis stark kiesig leicht bis mittelplastisch halbfeste bis feste Konsistenz	TL, TM
Schicht 4a	Ton schwach schluffig bis stark schluffig z.T. schwach sandig mittelplastisch bis ausgeprägt plastisch steife bis halbfeste Konsistenz	TM, TA
Schicht 4b	Ton schwach schluffig bis stark schluffig z.T. schwach sandig mittelplastisch bis ausgeprägt plastisch halbfeste bis feste Konsistenz	TM, TA

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche

Homogenbereich nach VOB/C	A	B	C	D	E	F	G
Schicht	1a	1b	2	3a	3b	4a	4b
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung (Kies, organisch)	Auffüllung (Schluff, organisch)	Kies (VS)	Schluff, kiesig (VL)		Ton	
Bodengruppe nach DIN 18 196	[OH]	[OU]	GU, GU*	TL, TM, (OU)		TM, TA	
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	F2	F3	F2 ... F3	F3		F3	
Feinkornanteil d < 0,063 mm	3,2 ... 5,6	60 ... 80	10,9 ¹⁾	30,8 ... 51,3		88,5 ... 95,4	
Sandanteil d = 0,063 ... 2,0 mm	21,6 ... 25,7	20 ... 40	35,8 ¹⁾	35,0 ... 36,0		4,5 ... 11,5	
Kiesanteil d = 2,0 ... 63 mm	67,7 ... 74,7	<5	53,3 ¹⁾	12,6 ... 34,2		0	
Massenanteil Steine/ Blöcke [%]	2)	<5	≤30	>15		-	
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	1,7*10 ⁻⁴ ... 7,7*10 ⁻⁴	< 1*10 ⁻⁸	3,1*10 ⁻⁴¹⁾	5,4*10 ⁻⁸ ... 2,8*10 ⁻⁷		<1*10 ⁻⁸	
Wassergehalt w [%]	-	>20	-	>15	12,0 ¹⁾	19,8 ¹⁾	28,6 ¹⁾
Glühverlust V _{GL} [%]	4,4 ... 6,3	2 ... >6	<2	< 2 ... 6,3 ¹⁾		<2	
Lagerungsdichte D	<0,3 ... 0,5	-	0,5 ... 0,8	-		-	
Konsistenz I _C [--]	-	~ 0,75	-	~1,0	>1,0	~1,0	>1,0
Plastizitätszahl I _P [%]	-	> 10	-	>10		44,83 ¹⁾	

¹⁾ Einzelwert

²⁾ Natürliche Blöcke und große Blöcke sind nicht enthalten, innerhalb der Schicht sind jedoch Fremdstoffeinlagerungen unterschiedlicher Größe und Anteile möglich.

5.4 Ergebnisse der chemischen Analytik

Einzelergebnisse der chemischen Analytik der untersuchten Proben (Boden, Asphalt) sind den Prüfberichten der Anlagen 4 und 5 zu entnehmen. In Anlage 6 sind die Analysenergebnisse für Boden zusammengefasst und den relevanten Grenzwerten für eine Wiederverwertung / Beseitigung gegenübergestellt. Ferner erfolgt für die einzelnen untersuchten Proben die abfalltechnische Zuordnung durch die Angabe des jeweiligen Abfallschlüssels nach der Abfallverzeichnisverordnung (AVV).

Die Zuordnungswerte der TR-LAGA sind Orientierungswerte. Schadstoffgehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürliche Böden bzw. Baustoffe oder Fehlchargen aus der Produktion von Baustoffen, die im Allgemeinen uneingeschränkt eingebaut werden können. Bei Unterschreitung des Zuordnungswertes Z 1 ist ein offener Einbau von Böden und Baustoffen in technischen Bauwerken bzw. unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen möglich. Die höheren Zuordnungswerte Z 1.2 machen dabei gegenüber den Zuordnungswerten Z 1.1 für den offenen Einbau hydrogeologisch günstige Standortbedingungen (gemäß LAGA I.4.3.3.1) erforderlich. Z2-Böden / Baustoffe sind nicht frei verwertbar. Sie können gemäß LAGA-Richtlinie nur eingeschränkt mit definierten Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Böden und Baustoffe mit einer Überschreitung des Z2-Wertes der LAGA-Richtlinie sind generell fachgerecht zu beseitigen/entsorgen.

Boden

Die Mischprobe MP 2 (Auffüllung Kies, Schicht Nr. 1a) ist aufgrund von Überschreitungen der Z1-Zuordnungswerte der TR-LAGA für PAK mit 10,05 mg/kg TS und Benzo(a)pyren mit 2,5 mg/kg TS der Einbauklasse EK 2 zuzuordnen.

Z2-Böden / Baustoffe sind nicht frei verwertbar. Sie können gemäß LAGA-Richtlinie nur eingeschränkt mit definierten Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. In der Praxis erfolgt jedoch in der Regel eine fachgerechte Beseitigung auf einer dafür zugelassenen Deponie. Für die ggf. erforderliche Beseitigung sind zusätzliche Kosten einzuplanen.

Die Auffüllungen der Schicht Nr. 1b (MP 3) zeigen Überschreitungen der Z2-Zuordnungswerte der TR-LAGA für die Parameter TOC (8,3 %) und Sulfat (230 mg/l) sowie Z1-Zuordnungswerte für PAK (15,4 mg/kg) und Chlorid (58,0 mg/l). Die Probe ist somit als > Z 2 einzustufen. Wie bereits zuvor erwähnt, sind Böden und Baustoffe mit einer Überschreitung des Z2-Wertes der LAGA-Richtlinie generell fachgerecht zu beseitigen/entsorgen.

Die Auffüllungen sind als nichtgefährlicher Abfall zu behandeln, der unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503* fallen) zu entsorgen / zu verwerten ist.

Asphalt

Einzelergebnisse der chemischen Analytik der Asphaltprobe sind dem Prüfbericht der Anlage 5 zu entnehmen.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Ergebnisse der chemischen Analytik des Asphalts zusammengefasst, den Verwertungsklassen nach den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau RuVA-StB 01 zugeordnet.

Tabelle 4: Untersuchungsergebnisse chemische Analytik Asphalt

Probe	Entnahmetiefe	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA	Phenolindex im Eluat	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
	[cm]	[mg/kg]	[µg/l]	
MP 1	0,0 – 5,0	2,17	< 10	A
Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01	A	≤ 25	≤ 100	
	B	> 25	≤ 100	
	C	Wert ist anzugeben	> 100	

Zusammenfassend wird festgestellt, dass der Asphalt keine umwelttechnischen Einschränkungen aufweist (Verwertungsklasse A nach RuVA-StB 01/05).

Asphalt der Verwertungsklasse A ist entsprechend RuVA-StB 01 als nichtpechhaltig zu bewerten. Er kann als Zusatz in Form von Fräsasphalt bzw. Asphaltgranulat für die Herstellung von Tragschichtasphalt im Heißmischverfahren verwendet werden.

5.5 Wasserverhältnisse

Während der Aufschlussarbeiten wurde kein Wasser angetroffen. Unabhängig davon, ist aufgrund der zum Teil oberflächennah vorhandenen gering wasserdurchlässigen Böden (Schichten Nr. 1b, 3 und 4) grundsätzlich nicht auszuschließen, dass sich nach langanhaltenden ergiebigen Niederschlägen lokal zeitweilig Stauwasser bis nahe der vorhandenen GOK ausbilden kann.

6 Berechnungskennwerte

6.1 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen werden nachfolgend in der Tabelle 5 die charakteristischen Berechnungswerte der maßgebenden Schichten angegeben. Die angegebenen Bodenkennwerte sind gemäß EC 7 / DIN 1054 auf der sicheren Seite liegende Rechenwerte. Die Schichtabgrenzungen können den Profilzeichnungen der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Schicht Nr.	Bodenart	Boden- gruppe	I _D /I _c	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]
1a	Auffüllung (Kies, organisch)	[OH]	locker bis mitteldicht	19,0	10,0	30	0	20
1b	Auffüllung (Schluff, organisch)	[OU]	seich bis steif	18,5	9,5	20	2	5
2	Kies (VS)	GU, GU*	dicht	19,0	10,5	35	0	40
3a	Schluff, kiesig (VL)	TL, TM	steif bis halbfest	21,0	11,0	25	10	15
3b			halbfest bis fest	21,5	12,0	26	12	20
4a	Ton	TM, TA	steif bis halbfest	19,0	10,0	18	14	15
4b			halbfest bis fest	20,0	10,5	20	16	20

6.2 Auffüllungen / Hinterfüllungen

Als Erdstoffe für Auffüllungen / Hinterfüllungen können prinzipiell sowohl grobkörnige als auch gemischtkörnige Erdstoffe verwendet werden. In Bereichen mit hohen Verdichtungsanforderungen und als Austauschmaterial unterhalb der Verkehrsflächen (Unterbau) wird die Verwendung von grobkörnigen Erdstoffen mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$ empfohlen. Für grob- und gemischtkörnige Erdstoffe können für eine Vorbemessung die in Tabelle 6 genannten charakteristischen Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 6: Charakteristische Kennwerte für Ersatzerdstoffe

Bodengruppe DIN 18196	Verdichtung	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	$\varphi_{k'}$ [°]	$c_{k'}$ [kN/m²]	$E_{s,k}$ [MN/m²]
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 98 \%$	17,5	10,0	32	0	25
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 100 \%$	18,0	10,5	34	0	40
gemischtkörnige Erdstoffe: GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*	$D_{PR} \geq 97 \%$	20,0	10,0	28	5	20

Die Erdstoffe sind entsprechend den Vorgaben der ZTV E-StB lagenweise einzubauen und zu verdichten.

Im Rahmen der Ausführung ist für die verwendeten Erdstoffe nachzuweisen, dass diese den o. g. Kennwerten entsprechen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Ausführungsplanung / Ausführungsstatik entsprechend den geänderten Kennwerten anzupassen.

7 Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

7.1 Verkehrsflächen

Das Planum für den Ersatzweg liegt unter Annahme einer geländegleichen Lage der Graf-diente voraussichtlich in den Kiesen (Schicht Nr. 2) bzw. Schluffen (Schicht Nr. 3a).

Der geforderte Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum ist bei den anstehenden Böden voraussichtlich nicht gegeben. Es wird daher empfohlen, den Oberbau des Ersatzweges gemäß DWA-A 904, Bild 8.3a, Spalte 5, Zeile 11, herzustellen. Dann ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ausreichend. Die anstehenden Böden im Planum erfüllen erfahrungsgemäß diese Anforderung.

Die Anforderungen, die an das eingesetzte Material für den Oberbau hinsichtlich des Kornaufbaus sowie der maßgebenden Verdichtungsgrade gestellt werden, sind der ZTV SoB-StB zu entnehmen.

Die Verdichtungsanforderungen sind einzuhalten und durch geeignete Verdichtungskontrollen (z. B. statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und dynamische Plattendruckversuche mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz nach TP BF-StB Teil B 8.3), sofern die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nachgewiesen wird, nachzuweisen.

7.2 Betonschaltheus (BSH)

Nach der vorliegenden Unterlage U5 wird das Betonschaltheus (BSH) standardisiert auf Einzelfundamenten mit einer Grundfläche von 0,5 x 0,6 m gegründet. Die Einbindetiefe der Fundamente beträgt mindestens 1 m.

Bei einer geplanten Einbindung der Fundamente von 1,0 m liegt die Gründungsebene innerhalb der Schicht Nr. 4a (Ton, steife bis halbfeste Konsistenz). Der anstehende Ton wird als ausreichend tragfähig beurteilt und ist als Gründungsschicht geeignet.

Für lotrecht mittig belastete Fundamente sind der Bemessungswert des Sohlwiderstandes und die Setzungen in Abhängigkeit von der Fundamentgröße für Einzelfundamente in der Anlage 7 angegeben. Bei den Berechnungen wurde eine Einbindetiefe der Fundamente von 1,0 m sowie die Baugrundsichtung (BS 6/21) im Bereich des BSH berücksichtigt.

7.3 Baugruben und Wasserhaltung

Gräben und Baugruben sind gemäß DIN 4124 ab 1,25 m Tiefe zu verbauen oder abzuböschten. Für unverbaute Baugruben ergibt sich der ohne rechnerischen Nachweis einzuhaltende Böschungswinkel aus der DIN 4124 zu $\beta = 60^\circ$. Der angegebene Böschungswinkel gilt für kurzzeitige, unbelastete Baugrubenböschungen oberhalb des Wasserspiegels.

Alternativ kann eine Sicherung der Baugruben mittels Verbau ausgeführt werden. Für die notwendigen erdstatischen Berechnungen sind die charakteristischen Bodenkennwerte aus Abschnitt 6 zu verwenden.

Ausgehend von den angetroffenen Wasser- und Untergrundverhältnissen sind im Zuge der Gründungsarbeiten Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit in Form einer offenen Wasserhaltung zur Ableitung anfallender Niederschlags- und Stauwässer ausreichend.

7.4 Schutz des Planums / Aushubsohlen

Die in Höhe des Planums bzw. der Gründungsebenen anstehenden Böden sind gegen mechanische und meteorologische Einflüsse zu schützen. In diesem Zusammenhang wird explizit darauf hingewiesen, dass die anstehenden Schluffe und Tone bei Wasserzutritt und mechanischer Belastung mit rascher Konsistenzänderung reagieren. Der Baubetrieb ist darauf abzustellen.

Es ist darauf zu achten, dass die Aushubsohlen nur kurzzeitig offen liegen und / oder vor Witterungseinflüssen durch eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton bzw. das Aufbringen eines Flächenfilters geschützt werden. Bauseitig aufgeweichter oder gefrorener Schluff / Ton muss zusätzlich aus der Gründungssohle entfernt und durch grobkörnige Erdstoffe (Gründungspolster) bzw. Magerbeton ersetzt werden.

BAUGRUND STRALSUND

i. A.

Dipl.-Ing. Kerstin Gallasch

Dipl.-Geol. Felicitas Krause