



Geotechnik



Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.:	20/2384
Bauvorhaben:	Gießen – Fulda Strecke 3700 BÜ 97,3 „Wirtschaftsweg“ Änderung der Bahnübergangsanlagen
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, 18. Juni 2021

INHALT

1	Unterlagenverzeichnis.....	3
2	Anlagenverzeichnis	4
3	Bauvorhaben / Aufgabenstellung	4
4	Feld- und Laborarbeiten	4
4.1	Baugrunderkundung.....	4
4.2	Laboruntersuchungen	5
4.2.1	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	5
4.2.2	Chemische Analytik.....	6
5	Baugrundverhältnisse und Wasserverhältnisse.....	6
5.1	Baugelände.....	6
5.2	Baugrundsichtung	7
5.3	Baugrundeigenschaften, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	7
5.4	Ergebnisse der chemischen Analytik.....	9
5.5	Wasserverhältnisse.....	11
6	Charakteristische Berechnungskennwerte	11
6.1	Charakteristische Bodenkennwerte.....	11
6.2	Auffüllungen / Hinterfüllungen	11
7	Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	12

1 Unterlagenverzeichnis

- U 1 Leistungs- und Honorarangebot Nr. 514/20 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 97,3 „Wirtschaftsweg“ km 97,354, Beseiti-
gung, Plan-Nr. IW 3740:097;3.23 001; WSP Berlin, Stand: 30. November 2020

- U 4 Schichtenverzeichnisse und Bodenproben der Bohrsondierungen BS 1/21 und
BS 2/21, TERRATEC Baugrunduntersuchung, 22. Februar 2021

- U 5 Ergebnis der Schweren Rammsondierung DPH 2/21, TERRATEC Baugrund-
untersuchung, 23. Februar 2021

- U 6 Asphaltprobe AP 1 (siehe Lageplan), TERRATEC Baugrunduntersuchung,
22. Februar 2021

- U 7 Vermessungsunterlagen der Höhen- und Lagemessung der Aufschlussan-
satzpunkte, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, 22. Februar
2021

- U 8 Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1, BAUGRUND Stralsund Ing. mbH,
21. April 2021

- U 9 Prüfberichte 21-1090-001 bis -002, Industrie- und Umweltlaboratorium GmbH,
15. März 2021 (Boden, Asphalt)

2 Anlagenverzeichnis

A 1	1 Blatt	Lage- und Aufschlussplan
A 2	1 Blatt	Bohrprofile und Sondierdiagramme
A 3	8 Blatt	Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1
A 4	3 Blatt	Prüfbericht Nr. 21-1090-002 (Analytik Boden)
A 5	2 Blatt	Prüfbericht Nr. 21-1090-001 (Analytik Asphalt)

3 Bauvorhaben / Aufgabenstellung

An der Bahn-Strecke 3700, Gießen – Fulda, ist die Auflassung der Bahnübergangsanlage bei km 97,3 geplant.

Die BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH wurde mit der Durchführung von Baugrunderkundungen und der Erstellung eines Geotechnischen Berichtes zum geplanten Bauvorhaben, speziell zur abfalltechnischen Bewertung der potenziellen Aushuböden und Baustoffe beauftragt.

4 Feld- und Laborarbeiten

4.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Februar 2021 zwei Bohrsondierungen (BS 1/21 und BS 2/21) mit einer Tiefe von 4,0 m abgeteuft. Die direkten Aufschlüsse wurden durch einen indirekten Aufschluss in Form von einer Schweren Rammsondierung (DPH 2/21) ergänzt. Darüber hinaus wurde aus der derzeitigen Wegbefestigung eine Asphaltprobe entnommen.

Die 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 Hand-
schachtungen 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]	Aufschlusstiefe [m]	Endteufe [m NHN]
BS 1/21	+277,93	4,0	+273,93
BS 2/21 + DPH	+277,93	4,0	+273,93
AP 1 (Asphaltprobe)	entnommen aus der Wegbefestigung		

4.2 Laboruntersuchungen

4.2.1 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Während der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. An ausgewähl-
ten 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 Laborprüf-
bericht in Anlage 3 zu entnehmen.

4.2.2 Chemische Analytik

Zur abfalltechnischen Bewertung der potenziellen Aushubböden wurde aus den während der Aufschlussarbeiten entnommenen Proben aus der Auffüllung eine Mischprobe (MP1, BS 1/21; 0,0 bis 0,5 m und BS 2/21; 0,0 – 0,4 m) fachgerecht zusammengestellt und im chemischen Labor (Industrie- und Umweltlaboratorium Greifswald) auf den Parameterumfang gemäß der LAGA-TR Boden untersucht.

Die Analysenergebnisse im Einzelnen gehen aus den Prüfberichten der Anlage 4 hervor. Unter Abschnitt 5.4 des vorliegenden Gutachtens erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse der chemischen Analytik.

Zur Bewertung der Wiederverwertbarkeit des Ausbauasphaltes wurde die aus der Wegbefestigung (siehe Lageplan) entnommene Asphaltprobe (AP 1) dem chemischen Labor (Industrie- und Umweltlaboratorium Greifswald) zur Analytik gemäß RuVA-StB auf die Parameter PAK und Phenole übergeben.

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.

Ausgehend von den Höhen der Aufschlussansatzpunkte ist das Gelände eben und liegt bei +277,9 m NHN.

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.

Unter einer 0,4 m (BS 2/21) bis 0,5 m (BS 1/21) mächtigen Auffüllung (Schicht 1) stehen bis zur Endteufe der Sondierungen von 4,0 m Schluffe (Schicht 2) an.

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 1	Auffüllung Schluff, tonig, feinsandig organisch leichtplastisch weiche Konsistenz	[OU]
Schicht 2a	Schluff Schluff, tonig, schwach feinsandig leichtplastisch bis mittelplastisch steife bis halbfeste Konsistenz	TL - TM
Schicht 2b	Schluff Schluff, tonig, schwach feinsandig leichtplastisch bis mittelplastisch weiche bis steife Konsistenz	TL - TM

Den v.g. Baugrundsichten können zusammenfassend nachfolgende Bodenkennwerte zugeordnet werden. Grundlage dafür sind die bodenmechanischen Eigenschaften der Böden nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche und nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden.

In Tabelle 2 sind darüber hinaus die Homogenbereiche nach VOB/C für Erdarbeiten DIN 18300 sowie die Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17 angegeben.

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche

Homogenbereich nach VOB/C	A	B	C
Schicht	1	2a	2b
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Schluff	
Bodengruppe nach DIN 18 196	[OU]	TL - TM	
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	F3	F3	
Feinkornanteil $d < 0,063$ mm	70 ... 85	72,0 ... 88,1	
Sandanteil $d = 0,063 \dots 2,0$ mm	15 ... 30	8,0 ... 11,3	
Kiesanteil $d = 2,0 \dots 63$ mm	< 5	0,0 ... 0,5	
Massenanteil Steine/ Blöcke [%]	-	-	
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	$< 1 \cdot 10^{-8}$	$< 1 \cdot 10^{-8}$	
Wassergehalt w [%]	45,9 ¹⁾	22,8 ... 24,4	18,2 ... 22,4
Glühverlust V_{GL} [%]	12,9 ¹⁾	< 2	
Lagerungsdichte D	-	-	
Konsistenz I_c [--]	0,5 ... 0,75	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$
Plastizitätszahl I_P [%]	> 7	24,9 ¹⁾	

¹⁾ Einzelwert

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.

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 1, entnommen aus den Auffüllungen, ist aufgrund von Überschreitungen der Z0-Zuordnungswerte der TR-LAGA für Chrom (61 mg/kg), Zink (230 mg/kg), MKW (170 mg/kg), Benzo-a-pyren (0,31 mg/kg) im Feststoff sowie für Chlorid (34 mg/l) im Eluat der Einbauklasse Z1.2 zuzuordnen.

Der TOC Gehalt mit 4,5 % hat theoretisch eine Zuordnung zur Einbauklasse EK 2 zu Folge. Es kann jedoch hier davon ausgegangen werden, dass der erhöhte TOC-Gehalt (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff) vermutlich auf die in der Probe enthaltenen organischen Anteile zurückzuführen ist und aus unserer Sicht für die Verwertung des Bodenmaterials als Z1.2-Boden kein Ausschlusskriterium darstellt.

Für Z1.2-Böden ist aus umwelttechnischer Sicht, wie bereits oben beschrieben, ein offener Einbau in technischen Bauwerken (z.B. im Straßenbau) unter der Maßgabe, dass hydrogeologisch günstige Standortbedingungen vorliegen (gemäß LAGA I.4.3.3.1), möglich. Bezüglich der Verbringung und Wiederverwertung sollten mit der Erdbaufirma eindeutige vertragliche Regelungen getroffen werden.

Die Auffüllungen sind als nichtgefährlicher Abfall zu behandeln, der unter den Abfallschlüsseln

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 3 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 3: Untersuchungsergebnisse chemische Analytik Asphalt

Probe		Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA	Phenolindex im Eluat	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
		[mg/kg]	[µg/l]	
AP 1		3,132	< 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 oberflächennah vorhandenen gering wasserdurchlässigen Böden nicht auszuschließen, dass sich nach langanhaltenden ergiebigen Niederschlägen lokal zeitweilig Stauwasser bis Geländeoberkante ausbilden kann.

6 Charakteristische Berechnungskennwerte

6.1 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen werden nachfolgend in der Tabelle 4 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 4: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Schicht Nr.	Bodenart	Bodengruppe	I_D/I_C	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllung	[OU]	weich	18,0	9,0	20	2	5
2a	Schluff	TL - TM	steif – halbfest	19,5	10,0	24	9	15
2b	Schluff	TL - TM	weich - steif	18,5	10,0	20	8	10

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 5 genannten charakteristischen Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 5: Charakteristische Kennwerte für Ersatzerdstoffe

Bodengruppe DIN 18196	Verdichtung	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	ϕ_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

Bezüglich der abfalltechnischen Bewertung der potenziellen Ausbaustoffe sind die Hinweise unter Abschnitt 5.4 zu beachten.

Aus bodenmechanischer Sicht wird empfohlen, die Auffüllungen der Schicht 1 in Flächen mit Verdichtungsanforderungen nicht wieder einzubauen

Bei den anstehenden Schluffen (Schicht 2) hängt die Verdichtbarkeit und damit die bautechnische Nutzbarkeit von deren Konsistenz ab. Der im Baufeld vorhandene Schluff in weicher bis steifer Konsistenz (Schicht 2b) lässt sich erfahrungsgemäß kaum bzw. nur eingeschränkt verdichten. Der Wiedereinbau solcher Böden sollte daher nur in Bereichen ohne besondere Verdichtungsanforderungen erfolgen (d.h. insbesondere außerhalb von Verkehrswegen).

Bindige Böden mit steifer bis halbfester Konsistenz (Schicht 2a) lassen sich hingegen erfahrungsgemäß ausreichend verdichten und könnten somit für den Wiedereinbau genutzt werden. Für die Verdichtung der v.g. Böden ist unbedingt z.B. eine statisch wirksame Walze einzusetzen, Rüttelplatten o.ä. sind ungeeignet. Es ist jedoch zu beachten, dass die bindigen Böden bei Wasserzutritt oder mechanischer Belastung mit rascher Konsistenzänderung reagieren können. Der Baubetrieb ist darauf abzustellen. Ausgehobene bindige Böden sind im Falle eines beabsichtigten Wiedereinbaus während der Zwischenlagerung vor Witterungseinflüssen zu schützen (Abdecken), um ein zusätzliches Aufweichen zu vermeiden.

BAUGRUND STRALSUND

i. A.

Dipl.-Ing. Holger Chamier

Dipl.-Geol. Felicitas Krause